

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektroniky a informatiky

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2012

Bc. Petr Kubík

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektroniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Hybridní systémy napájení spotřeby
elektrické energie

Supply of Electric Energy from Hybrid
Systems

2012

Bc. Petr Kubík

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Kubík**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Hybridní systémy napájení spotřeby elektrické energie**
Supply of Electric Energy from Hybrid Systems

Zásady pro vypracování:

1. Specifikace hybridních systémů
2. Vyhodnocení energetické bilance rodinného domu
3. Návrh koncepce hybridního systému rodinného domu
4. Závěrečné posouzení efektivity využití hybridního systému pro napájení rodinného domu

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] Vramba, J.: Diplomová práce, Ostrava 2010
- [2] Stuchlý, J.: Diplomová práce, Ostrava 2010
- [3] KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. Obnovitelné a alternativní zdroje energie. Ostrava, 2002
- [4] Murtinger, K., Beranovský, J., Tomeš, M.: Fotovoltaika -- 2. vydání, ISBN: 978-80-7366-133-5, Era
- [5] Mišák, S., Prokop, L.: Ostrovní napájecí systémy využívající OZE, časopis ELEKTRO 10/2011, ISSN 1210-0889

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Stanislav Mišák, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012


prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Poděkování:

„Na tomto místě bych velice rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Stanislavu Mišákovi, Ph.D., za velmi cenné rady, připomínky a vytrvalost při řešení mé diplomové práce, jakožto i mým kolegům.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal

V Orlové dne.....^{4.5}.....2012


.....

Kubík Petr

Abstrakt:

Cíle této diplomové práce je zhodnotit využití hybridních systému napájení pro spotřebu elektrické energie, jejich návratnost a vhodnost použití pro obytné, neobytné a průmyslové objekty. Také zde budou uvedeny přehledy jednotlivých hybridních systému a jejich charakteristické vlastnosti.

Tato diplomová práce může sloužit zadavatelům nových staveb, rekonstrukcí, vytvoření záložních systému v případě výpadku elektrické energie nebo částečnému samostatnému napájení spotřebované energie.

Klíčová slova:

Elektrocentrály, dieselařegát, fotovoltaičké články, sluneční kolektory, kogenerační jednotky, tepelná čerpadla, rodinný dům

Abstract:

The objective of this thesis is evaluation of use of hybrid power system for electricity consumption and return on their suitability for residential, nonresidential and industrial buildings. There also will be a list of the various hybrid systems and their characteristics. This thesis may serve for customers with new construction, reconstruction, creating a backup system in case of power failure or partial power supply independent of energy consumed.

Key words:

Power generators, diesel generator, photovoltaic cells, solar panels, cogeneration, heat pumps, family house

Seznam použitých zkratk:

t_{em}	střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období	(°C)
t_{es}	střední venkovní teplota za otopné období	(°C)
t_e	venkovní výpočtová teplota	(°C)
d	počet dnů otopného období	(dny)
v	značí větrnou oblast	(-)
t_{is}	průměrná vnitřní výpočtová teplota, pohybuje se v rozmezí 14 až 21.5 °C	(°C)
e_i	nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem. Volí se součinitel v rozmezí 0,8 až 0,9.	(-)
e_t	snížení teploty v místnosti během dne respektive noci. V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. Volí se v rozmezí 0,8 až po 1,0.	(-)
e_d	zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu	(-)
ε	Součinitel ε je též možné určit z odborné literatury nebo podle vlastních zkušeností. $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d$	(-)
η_o	účinnost obsluhy resp. možnosti regulace soustavy. Volí se v rozmezí 0,9 až po 1.	(-)
η_r	účinnost rozvodu vytápění. Volí se v rozmezí 0,95 až 0,98 podle provedení.	(-)
t_1	teplota studené vody 10 °C	(°C)
t_2	teplota ohřáté vody 55 °C	(°C)
V_{2p}	celková potřeba teplé vody za 1 den. U staveb pro bydlení uvažujeme 0.082 m ³ na osobu den, minimálně však 0.2 m ³ za byt den.	(m ³ ·den ⁻¹)
z	koeficient energetických ztrát systému pro přípravu teplé vody. Pro běžné stavby uvažujeme hodnotou 50 až 100% podle provedení rozvodu a □ oby cirkulace.	(-)
ρ	měrná hmotnost vody 1000 (kg·m ⁻³)	(kg·m ⁻³)
c	měrná tepelná kapacita vody 4186 (J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹)	(J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹)
t_{svl}	Teplota studené vody v létě	(°C)
t_{svz}	Teplota studené vody v zimě	(°C)
N	Počet pracovních dní soustavy v roce	(dny)
P	Výkon zařízení	(W)
v	Rychlost větru	(m·s ⁻¹)

D	Průměr vrtule	(m)
k₁	Poměr mezi délkou měsíce a roku	(-)
k₂	Měsíční korekce respektující rozložení větru v roce	(-)

Obsah:

Obsah:	10
1 Úvod	11
2 Prvky hybridního systému	12
2.1 Solární panely	12
2.1.1 Princip solárního kolektoru	12
2.1.2 Rozdělení solárních systémů	12
2.1.3 Výhody a nevýhody	13
2.2 Fotovoltaické panely	14
2.2.1 Princip fotovoltaického jevu	14
2.2.2 Montáž fotovoltaického panelu	14
2.2.3 Recyklace fotovoltaického panelu	16
2.2.4 Výhody a nevýhody	16
2.3 Elektrocentrály	17
2.3.1 Princip	17
2.3.2 Druhy elektrocentrál	17
2.3.3 Volba elektrocentrály	17
2.3.4 Výhody a nevýhody	18
2.4 Kogenerační jednotky	19
2.4.1 Princip kogenerace	19
2.4.2 Rozdělení kogeneračních jednotek	20
2.4.3 Použitá paliva	20
2.4.4 Výhody a nevýhody	20
2.5 Tepelné čerpadlo	20
2.5.1 Princip funkce tepelných čerpadel	21
2.5.2 Typy tepelných čerpadel pro rodinné domy	22
2.5.3 Použití tepelného čerpadla	23
2.5.4 Výhody a nevýhody	23
2.6 Větrná elektrárna	24
2.6.1 Princip větrné elektrárny	24
2.6.2 Druhy větrných elektráren	26
2.6.3 Regulace výkonu	27
2.6.4 Výhody a nevýhody	27
3 Hybridní systém	28
3.1 Grid-off instalace	28
3.2 Grid-on instalace	30
4 Akumulace elektrické energie	32
5 Vytápění rodinného domu	33
6 Návrh pro rodinný dům	35
7 Finanční zhodnocení	53
8 Závěr	58
Seznam použité literatury	60

1 Úvod

V době zvyšování cen surovin a také energií se hledají možnosti jak za ně ušetřit. Jedna z možností, jak ušetřit náklady, je výroba vlastní energie ať elektrické nebo tepelné energie. Pro výrobu vlastní energie využíváme nejčastěji obnovitelné zdroje a to sluneční, větrné, geotermální nebo kinetickou energii vody. Další alternativou jsou kogenerační jednotky nebo elektrocentrály. V této diplomové práci se budu zabývat možnostmi sestavení a realizace hybridních napájecích systémů pro rodinné domy. V druhé kapitole je popsáno několik nejvýznamnějších systémů vyrábějící elektrickou nebo tepelnou energii. Každý systém je popsán jak funguje, jaké má vlastnosti a jaké jsou jeho výhody a nevýhody. V následných kapitolách budu porovnávat vybrané realizace těchto systémů pro rodinné domy. Hybridní systémy nejsou v nynější době ukotveny v zákoně, tedy při výrobě elektrické energie z vícero zdrojů se musím rozhodnout, ze kterého zdroje budu prodávat energii do sítě za zvýhodněnou cenu a ze kterého zdroje musím spotřebovat elektrickou ve vlastní spotřebě domu. V současné době česká legislativa nabízí pouze několik programů odkupu vyrobené elektrické energie, a to jsou přímá dodávka elektrické energie do sítě má vyšší výkupní cenu a dále program zelený bonus, kdy distributor zaplatí veškeré vyrobené kWh a poslední je program KVET, tedy kombinovaná výroba elektřiny a tepla. Nyní je tento program vázán na vyrobený výkon tepla a elektřiny, ale po úpravě, která má sjednotit českou a evropskou legislativu. Tato změna se projeví tím, že již se bude rozlišovat jaký typ paliva se používá, účinnost jednotky a další aspekty. V praktické části se věnuji realizaci hybridního systému složeného z FVE a VTE s možností zálohy formou baterií. Tento systém vychází z teoretického množství vyrobené energie a dále do tohoto systému zapojím několik možností realizací vytápění a ohřevu teplé vody. Budu porovnávat tepelné čerpadlo s elektrokotlem jejich pořizovací náklady a náklady na provoz případnou návratnost s kombinací s hybridním systémem. Díky legislativní mezeři si musím zvolit zdroj s co možná nejvyšší návratností, jež v tomto případě je FVE nebo VTE. Dále se seznámím s podmínkami možných programů a garancemi cen.

2 Prvky hybridního systému

2.1 Solární panely

Slunce je v naší soustavě největším zdrojem energie, část své vyprodukované energie ve formě světla a tepla doputuje až na Zemský povrch. Tato energie by byla dostatečná pro spotřebu celého lidstva, avšak jí neumíme účinně převést. V dnešní době máme technologii pro využití jak tepelné, tak světelné energie slunce. Zde se budeme zabývat jak převést tepelnou energii slunce na využitelnou energii v domácnostech ať jako tepelnou nebo elektrickou energii. V následující podkapitole si vysvětlíme přeměnu světelné energie na elektrickou.

2.1.1 Princip solárního kolektoru

Pasivní solární soustavy

Sluneční záření se mění na teplo pomocí stavebního řešení budovy, které vychází z obdobných principů jako skleníky. Množství získané energie závisí na poloze, druhu, architektonickém řešení budovy a použitých materiálech. Doporučuje se používat skla s reflexní folií, která zabraňují zpětnému vyzařování tepla ven z budovy a v letních měsících zabraňují přehřívání. Podobnou funkci mohou mít i vnější žaluzie. Pasivní systémy lze výborně využít jako dekorativní a současně energeticky úsporný prvek.

Aktivní solární soustavy

Sluneční záření se přeměňuje na teplo pomocí zařízení tzv. solárních kolektorů. Sluneční záření ohřívá médium v solárním kolektoru. Teplo vzniklé v kolektorech se využívá přímo nebo se předává ve výměníku tepla k přitápění, k ohřevu vody nebo se může ukládat v akumulacích nádržích a využívat později (v noci).

2.1.2 Rozdělení solárních systémů

Kapalinové solární kolektory

Solární kolektory zachycují skleněnou plochou či trubici sluneční záření a přeměňují je na tepelnou energii. Tato energie je pohlcována absorberem a odváděna teplotonosnou kapalinou (voda, nemrznoucí kapaliny např. směs glykolu, solaren, atd.). Ta odvádí teplo do výměníku, kde je předáváno k ohřevu vody nebo topné vodě. Kolektory, které jsou vybavené selektivní absorpční vrstvou, mají vyšší účinnost, protože dokážou zachytit i difuzní záření to je rozptýlené záření, které vzniklo odrazem v atmosféře přes překážku.

Ploché kapalinové kolektory

Zachycují sluneční záření dopadající na plochu kolektoru. V absorberu je sluneční energie předávána teplotonosné kapalině k přípravě teplé vody nebo topné vodě.

Trubicové kolektory

Zachycují sluneční záření ve trubicích vrstvou s absorbérem, který předává sluneční energii teplotnosné kapalině. Výkonnost dvou systémů (plochého a trubkového) je téměř stejná v létě, v zimě trubkový kolektor ztrácí méně tepla vyzařováním.

Vakuové solární kolektory

Solární kolektory zachycují vakuovanou skleněnou plochou či trubicí sluneční záření a přeměňují ho na tepelnou energii, která odpařuje teplotnosnou kapalinu. Teplotnosná kapalina přechází jako pára do kondenzátoru, kde výměníku předá teplo topné vodě, teplá voda, ochladí se a zkapalní (zkondenzuje) a vrací se zpět do kolektoru. Vakuum dobře snižuje ztráty a tím zvyšuje účinnost zařízení zejména v zimních měsících.

Vakuové trubicové kolektory

Zachycují sluneční záření ve vakuované trubicí, ve které se odpařuje teplotnosná kapalina (ethylalkohol, glykol, atd.), která přechází jako pára do kondenzátoru, kde výměníku předá teplo proudící kapalině (např. topná voda), zkondenzuje a vrací se zpět do kolektoru. Celý cyklus se opakuje. Vakuum dobře snižuje ztráty a tím zvyšuje účinnost zařízení.

Ploché vakuové kolektory

Mají čelní plochu stejnou jako absorpční. Čím větší je propustnost a menší odrazivost použitého průhledného krytu tím větší je účinnost zařízení. Dále viz. trubicové vakuové kolektory.

Koncentrační kolektory

Jejich čelní nebo odrazová plocha koncentruje záření na menší absorpční plochu, tím se dosáhne vyšších teplot. Tyto kolektory mají většinou účinnost až 90% a dosahují vyšší teplotní hladiny. Jsou mnohem dražší než ploché kapalinové kolektory.

2.1.3 Výhody a nevýhody

Výhody:

- Levná energie
- Minimální náklady na provoz
- Ideální pro ohřev teplé vody v letním období nebo pro vytápění rodinných bazénů
- Možnost využití při vytápění domu (v přechodných obdobích)
- Úspora paliv
- Dlouhá životnost 15-25 let

Nevýhody:

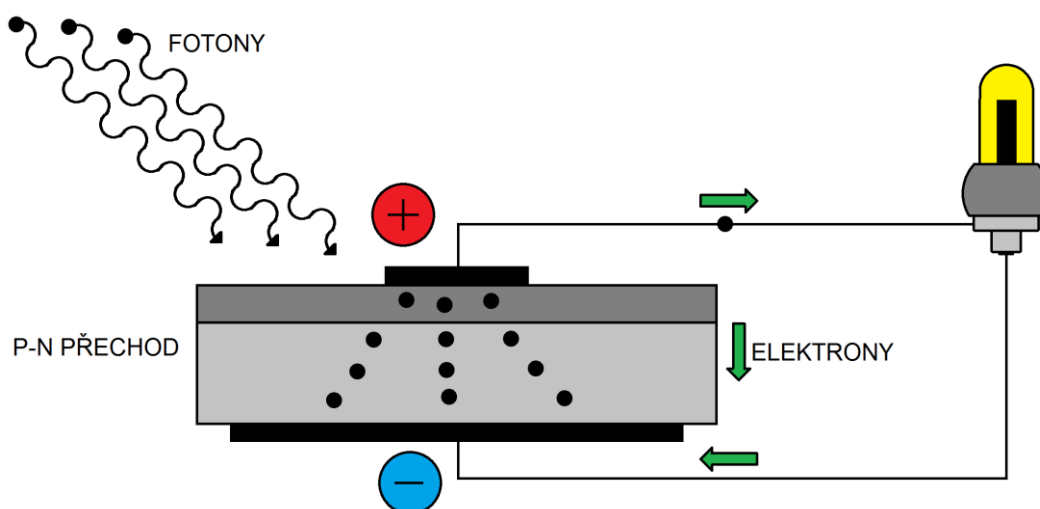
- Nedostatečná účinnost během hlavní topné sezóny
- Je nutno ho kombinovat s dalším zdrojem tepla.
- Velká počáteční investice.
- Návratnost investic je závislá na slunečných dnech cca 10-15 let

2.2 Fotovoltaické panely

V této podkapitole se seznámíme s převodem světelné energie na elektrickou energii pomocí fotovoltaického jevu. Fotovoltaický jev byl objeven v roce 1839 francouzským fyzikem Alexandrem Edmondem Becquerelem, avšak první fotovoltaický článek byl vynalezen o 44 let později jiným fyzikem. Skupina fotovoltaických článků tvoří panel. Fotovoltaický panel vytváří stejnosměrný proud, který je následně rozstřídán a připraven k odběru. Elektrická energie, získána z těchto panelů je označovaná za takzvanou zelenou, chcete-li ekologickou, ačkoliv nikdo se nepozastavuje nad tím, jak se panely vyrábí nebo likvidují.

2.2.1 Princip fotovoltaického jevu

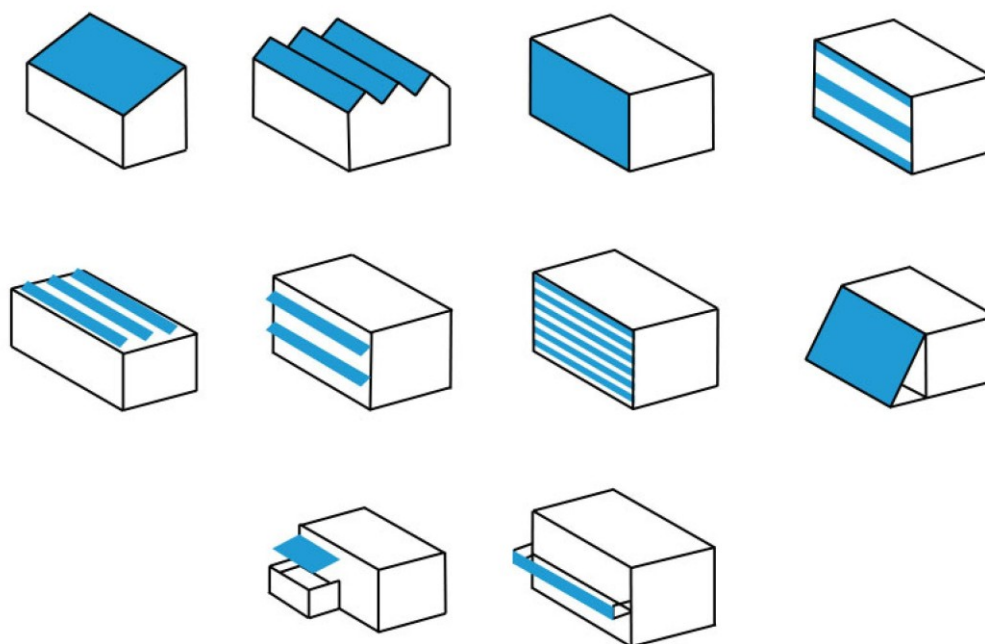
Fotovoltaický článek je v podstatě polovodičová dioda. Jeho základem je tenká křemíková destička s vodivostí typu P. Na ní se při výrobě vytvoří tenká vrstva polovodiče typu N, obě vrstvy jsou odděleny a tvoří přechodem P-N. Osvětlením článku vznikne v polovodiči vnitřní fotoelektrický jev a v polovodiči se z krystalové mřížky začnou uvolňovat záporné elektrony. Na přechodu P-N se vytvoří elektrické napětí. Energie dopadajícího světla se v článku mění na elektrickou energii. Připojíme-li k článku na článek spotřebič, začnou se kladné a záporné náboje vyrovnávat a obvodem začne procházet elektrický proud. Je-li potřeba větší napětí nebo proud, zapojují se jednotlivé články sériově či paralelně a sestavují se z nich fotovoltaické panely.



Obr. 2.1 Princip fotovoltaického jevu

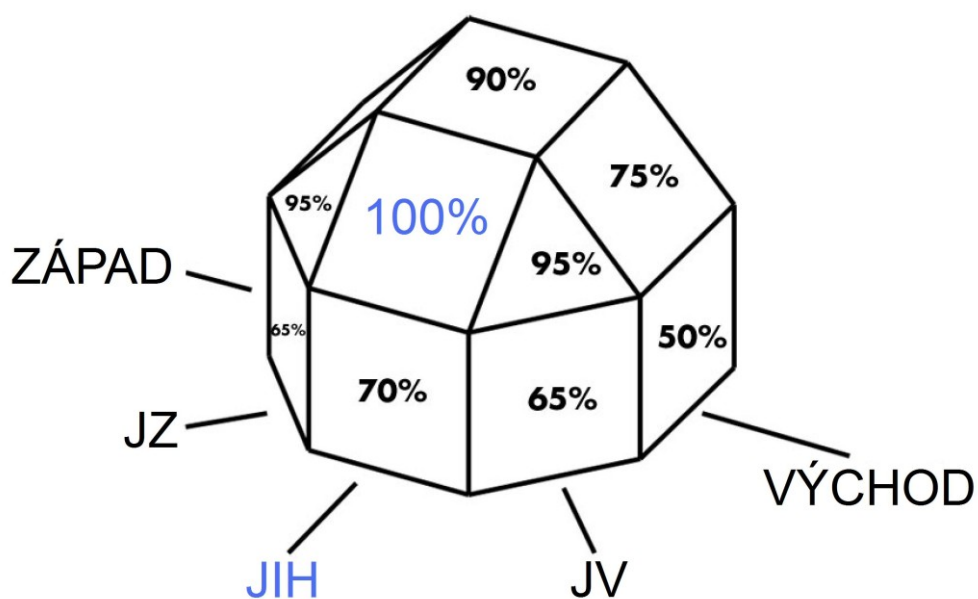
2.2.2 Montáž fotovoltaického panelu

Fotovoltaické panely se umísťují na konzole. Tyto konzole rozkládají váhu panelu do několika bodů, ve kterých je konzole pevně přichycena. Fotovoltaické panely mohou být umístěny na střeších až to rovinných nebo šikmých, dále se umísťují na fasády, markýzy, balkony a lodžie. Několik možných montáží jsou uvedeny na obrázku 2.2.



Obr. 2.2. Možnosti umístění panelů na budovách [2.]

Na účinnost panelu má také velký vliv jeho náklon a orientace na světovou stranu. Podle výrobců fotovoltaických panelů je nejučinnější náklon panelu od 15° – 35° a s orientací nejlépe přímo na jih popřípadě jiho-západ nebo jiho-východ. Vliv orientace na účinnost je nejlépe patrná na obrázku 2.3.



Obr. 2.3 Závislost Vliv orientace na účinnost panelu [2]

2.2.3 Recyklace fotovoltaického panelu

Životnost fotovoltaických panelů je v současné době odhadovaná na cca 30 let, avšak v ideálních případech může životnost panelu vzrůst až na dvojnásobek. Životnost panelu je definována poklesem výkonu o 20 % podle PV Cycle. Sami výrobci udávají, že pokles výkonu za 10 let nepřesáhne 10 % a daný pokles o 20 % nenastane dříve než za 25 let. Po uplynutí této doby nastává otázka: „Co s vysloužilými panely?“ Přestože fotovoltaické panely nespádají pod působnost evropské direktivy o odpadech, (kterou přijala i Česká republika) tak se výrobci a dodavatelé rozhodli vytvořit dobrovolný program PV Cycle. PV Cycle byl založen v červnu roku 2007 a slouží k dobrovolnému odevzdání vysloužilých fotovoltaických panelů a jejich následnou recyklaci. Po celé Evropě jsou stovky míst, kde lze fotovoltaické panely odevzdat. V České republice jsou dva odběrná místa v Brně a Českých Budějovicích (stav: září 2011). Pro recyklaci panelů bylo navrženo několik metod, které jsou univerzální pro všechny typy panelů a to:

Termicko-mechanická metoda – je to v současné době jedna z nejpokročilejších metod recyklace. Funguje takto, celý panel se umístí do speciální pece, kde je zahříván nad 500°C, při této teplotě se plastové materiály odpaří, následně jsou v další komoře řízeně spalovány (odpařené plasty). Po vyjmutí panelu z pece jsou ostatní materiály odstraňovány ručně. Tato metoda je vhodná pro všechny konstrukce panelů z krystalických článků.

Mechanicko-chemická metoda – tento postup je velmi podobný jako pro likvidaci LCD televizoru. Na začátku se ručně demontuje hliníkový rám a následuje drcení a rozdělování do frakcí. K oddělení jednotlivých materiálů slouží takzvané separační metody fuidní a mokré splavy a elektrodynamická separace. Stříbro, měď a další kovy se získávají pomocí pyrometalurgii a chemických lázní. Takto získané kovy lze znovu využít v průmyslu. Zbývající plasty se buď to recyklují, nebo spalují.

2.2.4 Výhody a nevýhody

Výhody:

- levný zdroj elektrické energie
- rychlá návratnost investičních nákladů
- snadná instalace pro rodinné domy
- přebytek vyrobené elektrické energie lze prodat distribuční společnosti
- snadná údržba a nízké provozní náklady

Nevýhody:

- výroba pouze činné energie
- špatný vliv na soustavu v době pik výkonu
- malá účinnost dosahující 27% u špičkových panelů
- velká závislost na místních podmínkách a ročním období
- omezená dodávka elektrické energie (v noci nedodává elektrickou energii)
- nutnost předimenzování pro požadovaný výkon
- pokles výkonu během stárnutí panelu
- komplikovaná likvidace panelu

2.3 Elektrocentrály

Elektrocentrála je mobilní zdroj elektrické energie, který využíváme tam, kde není možné se připojit k běžné elektrické síti, ale taky jako náhradní zdroj při výpadcích elektrické energie, anebo jako součást hybridních systému napájení.

2.3.1 Princip

Elektrocentrála se skládá ze tří základní části a to jsou motor, generátor a rozvaděč. Podle druhu motoru rozlišujeme vznětové nebo zážehové elektrocentrály. Motor přenáší točivý moment na generátor, který vyrábí elektrickou energii. Další části elektrocentrály mohou být kompenzace nebo regulátor a to dle její velikosti nebo použití.

2.3.2 Druhy elektrocentrál

Základní rozdělení elektrocentrál je na mobilní a stacionární. Dále se dají rozdělit podle výkonů na malé jako náhradní zdroj při výpadcích, střední pro chaty a malé stavby a velké pro průmyslové zálohy proti výpadku elektrické energie a ostrovní systémy. Posledním hlediskem dělení je druh spalovaného paliva.

Paliva pro elektrocentrály

- Benzín
- Nafta
- Zemní plyn nebo LPG
- Olejové

2.3.3 Volba elektrocentrály

Elektrocentrály jsou tzv. „měkký zdroj“ elektrické energie. Pro spolehlivý rozběh připojených spotřebičů je proto nutné zohlednit jejich konstrukci a příkon.

Spotřebiče odporového typu

Do plného jmenovitého výkonu elektrocentrály; např. elektrická topení, horkovzdušné pistole, klasická žárovka, rychlovarná konvice, fén na vlasy apod. Tyto spotřebiče jsou pro elektrocentrálu bezproblémové, výkon těchto elektrospotřebičů je obvykle udáván ve watech nebo v ampérech, v některých případech jsou uvedeny obě hodnoty. V tomto případě lze vhodnou elektrocentrálu navrhnout podle uváděného štítkového výkonu spotřebiče nebo příkonového proudu tak, aby plný jmenovitý zdánlivý výkon centrály ve volt-ampérech byl nejméně stejně veliký.

Stroje s elektromotory

Tyto spotřebiče jsou charakteristické tím, že vzhledem ke ztrátám ve vinutí elektromotoru je k napájení za chodu nutný o cca 30% vyšší výkon elektrocentrály, než je uváděný výkon spotřebiče a navíc k rozběhu spotřebiče je nutný dokonce až několika násobně vyšší příkon, než je deklarovaný provozní. Tento štítkový výkon ve většině případů označuje příkon nezátíženého stroje. Proto nelze navrhnout vhodnou elektrocentrálu pouze podle uváděného štítkového výkonu spotřebiče.

Pro navržení vhodné elektrocentrály je potřebné znát maximální rozběhový proud spotřebiče a provozní odběr proudu daného spotřebiče.

Stroje s komutátorovými motory, jako jsou úhlové brusky, vrtačky, bourací kladiva, řetězové pily, vysavače či domácí roboty, potřebují na svůj rozběh výkonový přesah 1,5 až 2 násobný

Stroje s indukčními motory s kotvou na krátko (asynchronní) jsou stroje s tak zvaným těžkým startem, které na svůj rozběh vyžadují výkonový přesah elektrocentrály 3 až 6 násobný.

Spotřebiče zatížené od samotného rozběhu, jako jsou kompresory, mrazničky, domácí vodárny apod., vyžadují na rozběh přesah výkonu 5 až 10 násobný.

Audiotechnika a další domácí spotřebiče

Například televizory, radiopřijímače, žehličky, rychlovarné konvice, vyžadují výkonový přesah elektrocentrály 1,5 až 2 násobný.

Spotřebiče kapacitního typu

Mezi spotřebiče kapacitního typu jsou ty, které nelze zařadit mezi indukční nebo odporové zátěže. Tyto spotřebiče jsou charakterem svých vlastností vzhledem k napájení elektrocentrálou kritické. Je lepší napájení těchto spotřebičů konzultovat s autorizovaným prodejcem či elektrikářem specialistou. Obecně tyto spotřebiče mohou být napájeny pouze elektrocentrálami vybavenými synchronním alternátorem s regulací. Pro zážeh musí výkon centrály přesahovat štitkový příkon spotřebiče 1,5 až 2 násobně.

2.3.4 Výhody a nevýhody

Výhody:

- při vlastní spotřebě elektrické energie se nevyskytují ztráty způsobené přenosem
- produkují méně škodlivin, dle využitého paliva
- přebytek vyrobené elektrické energie lze prodat distribuční společnosti
- mobilita
- jednoduché ovládání

Nevýhody:

- nízká účinnost (nevyužíváme tepelnou energii)
- dlouhá návratnost na investici
- hlučnost jednotky

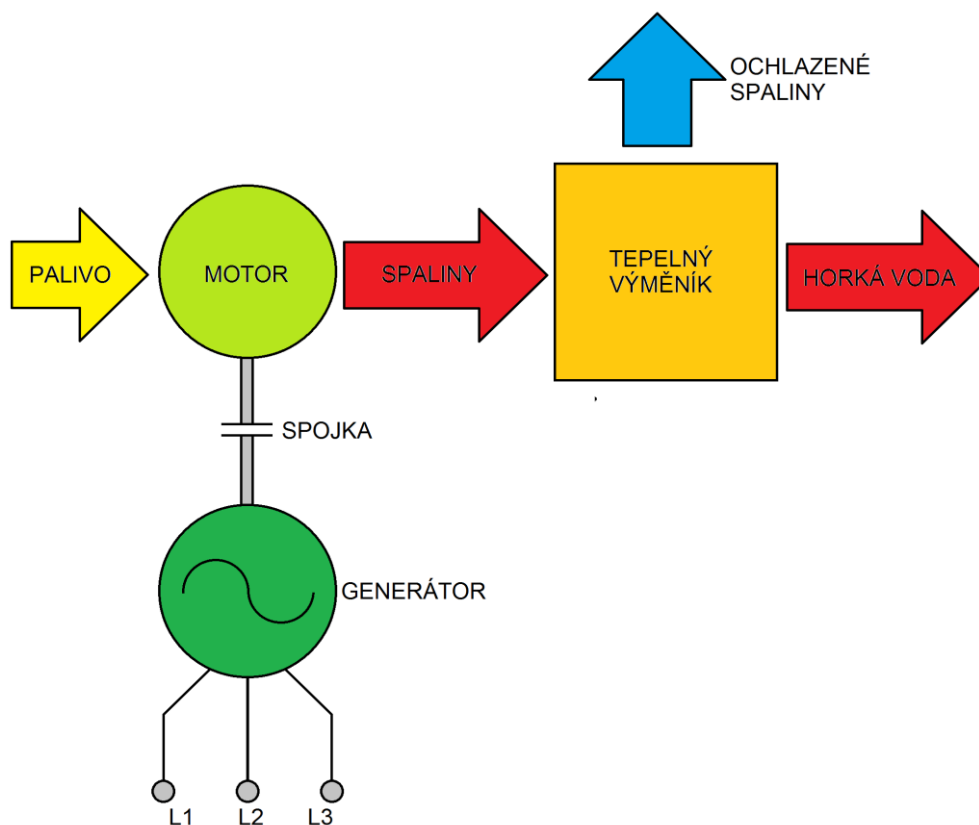
2.4 Kogenerační jednotky

Kogenerační jednotka využívá společnou výrobu tepla a elektrické energie. Díky využití tak zvaného odpadního tepla se zvyšuje účinnost celého zařízení. Kogenerační jednoty se využívají ve větších objektech jako náhradní zdroje tepla a elektrické energie například v nemocnicích nebo mobilních zařízeních.

2.4.1 Princip kogenerace

Pojem kogenerace znamená kombinovanou výrobu elektrické energie a tepla. Oproti klasickým elektrocentrálám, ve kterých je teplo vzniklé při výrobě elektrické energie vypouštěno do okolí. Kogenerační jednotka využívá teplo k vytápění a šetří tak palivo i finanční prostředky potřebné na nákup paliv a elektrické energie. Poměr mezi vyrobenou elektrickou energií a vzniklým teplem je 1/3 elektrické energie ku 2/3 vzniklému teple.

V kogenerační jednotce vzniká elektrická energie stejným způsobem jako v jiných elektrocentrálách a to roztočením elektrického generátoru a to nejčastěji pomocí spalovacího motoru. Motory v kogeneračních jednotkách jsou standardně konstruovány na zemní plyn, ale mohou však spalovat i jiná plynná nebo kapalná paliva. Teplo, které se ve spalovacím motoru uvolňuje, je prostřednictvím chlazení motoru, oleje a spalin efektivně odváděno do výměníku tepla, kde se teplo předává dalšímu médiu. A díky tomuto principu se účinnost kogeneračních jednotek pohybuje v rozmezí 75 – 95 %.



Obr. 2.4. Princip kogenerační jednotky

2.4.2 Rozdělení kogeneračních jednotek

Podle pohonu generátoru dělíme kogenerační jednotky na:

Plynovými spalovacími motory – tento typ jednotky je vhodný zejména pro ohřev vody. Poměr vyrobeného tepla o hodnotě 100 °C 2/3 oproti teplu o teplotě 400 °C, které vytvoří spalované zplodiny.

Plynovými spalovacími turbínami – tento typ jednotky má vysoký potenciál tepla, teplota spalin dosahuje teplot vyšších jak 500 °C. Jsou vhodné především pro dodávky technologické páry nebo vody.

Parními turbínami – tento typ jednotky se hodí především jako centrální zdroj pro dodávku technologické páry.

2.4.3 Použitá paliva

Dominantním palivem pro pohon kogeneračních jednotek je zemní plyn. V posledních letech však prudce roste počet zařízení využívajících pro svůj provoz bioplyn, skládkový plyn, čistírenský plyn nebo jiná paliva jako je dřevní plyn, benzín či nafta.

2.4.4 Výhody a nevýhody

Výhody:

- při vlastní spotřebě tepla a elektrické energie se nevyskytují ztráty způsobené přenosem
- využívá se odpadní teplo při výrobě elektrické energie, což vede k úspoře paliva (35-40%)
- vysoká efektivita využití paliva (70-85%) z toho 70% teplo a 30% elektrická energie
- produkují méně škodlivin než podobné systémy
- přebytek vyrobené elektrické energie lze prodat distribuční společnosti

Nevýhody:

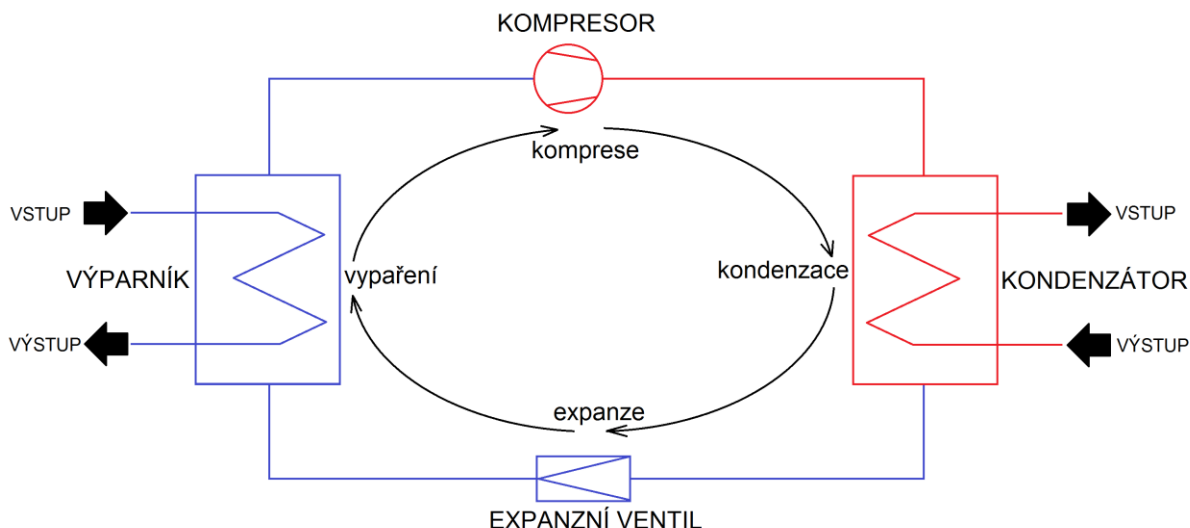
- poměrně vysoké pořizovací náklady
- návratnost na investici je závislá na využití vyrobeného tepla a elektrické energii
- hlučnost kogenerační jednotky

2.5 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo zpracovává přírodní tepelnou energii. Princip funkce tepelného čerpadla je podobný jako u mrazničky jen s obráceným chodem. Vychází z mechanismu přenosu tepla z jednoho místa na druhé. V tomto případě je to přenos tepla z okolního prostředí do nemovitosti a jeho využití pro topení.

2.5.1 Princip funkce tepelných čerpadel

Teplo se odebírá zemi, vzduchu nebo vodě pomocí *výparníku*, kde se ohřívá pracovní látka takzvané chladivo. Chladivo dále postupuje do *kompresoru*, kde je stlačeno, zvýšením tlaku se zvedne i teplota podle „Charlesova zákona“. Poté chladivo putuje do *kondenzátoru*, je to další výměník tepla, ve kterém se získané teplo předá dalšímu médiu (voda, vzduch dle konstrukce), které ohřívá objekt. Po zkondenzování chladiva v kondenzátoru putuje chladivo do *expanzního ventilu*, ten sníží tlak média, které opět putuje do výparníku a cyklus se opakuje. Tento cyklus je zakreslen v obrázku 2.5.



Obr 2.5 Princip tepelného čerpadla

Označení typu tepelného čerpadla:

Země - voda znamená, že tepelné čerpadlo získává teplo ze země a předá ho vodě. Tedy klasický způsob vytápění využívající radiátory nebo podlahové topení. Tepelné čerpadlo země - voda odebírá teplo pomocí kolektoru umístěného v zemi. Vedení je z plastových trubek, ve kterých cirkuluje pracovní látka – chladivo. Toto chladivo odebírá teplo z okolní země, které se potom využije na topení. Další typy tepelných čerpadel pracují podobně - teplo je pomocí výparníku odnímáno vodě nebo vzduchu.

Hlavní části tepelného čerpadla:

Výparník – je výměník tepla, kde se ohřívá pracovní látka. Ta se zahřeje tím, že odebírá teplo vzduchu, zemi nebo vodě.

Kompresor - tepelného čerpadla stlačuje plynnou pracovní látku a tím se několikanásobně zvýší její tlak a teplota. Pro pohon kompresoru slouží elektromotor.

Kondenzátor je další výměník, který předává získané teplo na další využití v radiátorech pro topení. Pracovní látka stačená kompresorem na vysoký tlak se předáním tepla ochlazuje - kondenzuje.

Expanzní ventil – zde se upravuje tlak pracovní látky na původní hodnotu. Chladivo předalo své teplo do topné soustavy a má opět svoji původní nízkou teplotu.

2.5.2 Typy tepelných čerpadel pro rodinné domy

Existuje několik typů tepelných čerpadel rozdělených podle způsobů získávání tepla z prostředí. Pro nemovitosti je vhodné vybrat takový typ tepelného čerpadla, který nejlépe vyhovuje místním podmínkám a možnostem. Výkon tepelného čerpadla se stanovuje podle tepelných ztrát nemovitosti. Proto se tedy stanovuje takový výkon, který postačí pro vytápění dané nemovitosti.

Způsoby získávání tepla:

Vzduch – voda:

Tento typ tepelného čerpadla získává teplo z venkovního vzduchu a předává jej vodě, která proudí v radiátorech nebo podlahových systémech. Tento systém není náročný na plochu kolektoru (země - voda) nebo na místní prostředí (voda - voda). V současné době jsou tyto systémy schopny vytápět nemovitosti i při venkovních teplotách rovným -25°C.

Země – voda:

Toto tepelné čerpadlo má jednu z nejvyšších účinností ze všech typů. Pro čerpání tepla se používá zemní kolektor nebo podzemní vrt. Hloubka vrtu souvisí s požadovaným výkonem tepelného čerpadla. Vrt zabere minimum místa, ale je nákladnější než zemní kolektor. Zemní kolektor se provádí v nezamrzající hloubce a k jeho vybudování je potřeba větší plocha nezastavěného pozemku, protože je zapotřebí větší plocha než jakou má vytápěná nemovitost.

Voda – voda:

Tento typ tepelného čerpadla je velmi vhodný pokud máte blízko nemovitosti studnu nebo jiný vodní zdroj, který má celoročně dostatečnou kapacitu vody. Princip tohoto tepelného čerpadla je jednoduchý, voda protéká výparníkem tepelného čerpadla, kde předává část nízké potenciálové tepelné energie a poté se voda vrací zpět do země nebo do svého toku.

Vzduch – vzduch:

Tento typ tepelného čerpadla získává teplo z venkovního vzduchu. Je použitelný na celém území České republiky, ale v jižních oblastech, kde je celoročně vyšší průměrná teplota vzduchu má nepatrně vyšší účinnost. Tepelné čerpadlo vzduch - vzduch se používá hlavně pro vytápění pasivních domů. Rozvod vzduchu bývá zabudován v podlaze nebo ve stropě, výhodou tohoto systému je možnost jej využít jako klimatizační jednotku.

2.5.3 Použití tepelného čerpadla

Tepelná čerpadla disponují vlastností využití nízko potenciální energie, která je kolem nás ve vodě, vzduchu či zemi. Ačkoliv jsou tepelná čerpadla převážně využívána k vytápění různých domů nebo jiných nemovitostí, lze je využít i k dalším užitečným aplikacím, které jsou:

a) Vytápění domů

Základní použití tepelného čerpadla je pro vytápění rodinných domů nebo jiných nemovitostí. Tento zdroj tepla je výhodný hlavně díky finanční návratnosti. Vysoká účinnost znamená značnou úsporu nákladů na vytápění.

b) Ohřev teplé vody

Další možností využití tohoto centrálního zdroje tepla je výroba teplé vody. V době, kdy není zapotřebí vytápět danou nemovitost je toto dobrým řešením pro úsporu energie. Je velmi výhodné tepelná čerpadla kombinovat s dalšími prvky jako jsou například solární panely.

c) Klimatizace

Reverzní (obrácený) chod tepelného čerpadla umožňuje teplo odnímat. To znamená, že funguje naprosto stejně jako klimatizační jednotky. Podle způsobu vytápění lze klimatizace provádět buď vzduchem, nebo vodou.

d) Vytápění bazénů

Mnoho domů má vybudované bazény. Aby mohly být používány celoročně je nutné mimo letní měsíce zajistit ohřev vody v bazénu. K tomu mohou sloužit speciální bazénová tepelná čerpadla typu vzduch - voda nebo přímo tepelné čerpadlo, které v domě slouží pro vytápění, ale musí být jeho výkon na tuto možnost aplikace nadimenzován.

Tepelná čerpadla naleznou široké uplatnění ve vytápění a ohřevu teplé vody, ale také klimatizaci. Vysoká účinnost tohoto zdroje tepla a jeho variabilita nenajde srovnání s žádným jiným topným systémem.

2.5.4 Výhody a nevýhody

Výhody:

- Dodá několikanásobně více energie, než spotřebuje (běžně až trojnásobek).
- Plně automatický provoz s vynikající regulací
- Ekologicky čistý provoz v místě.
- Snížení ekologické zátěže v důsledku snížení spotřeby elektřiny vůči klasickému elektrickému vytápění.
- Nižší požadavky na instalovaný příkon.
- Snadno dostupná energie pro pohon.

Nevýhody:

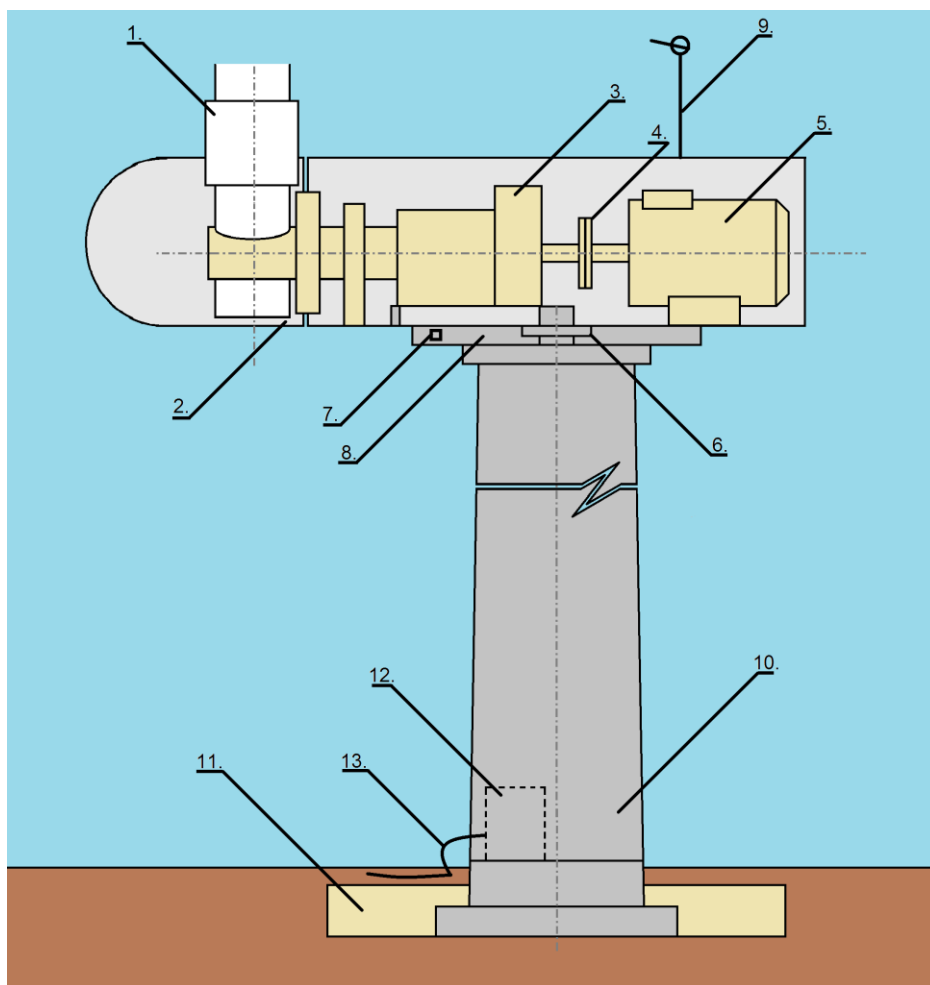
- Vysoké pořizovací náklady.
- Výstupní teplota otopné vody je max. 55 °C, a proto je nutná nízkoteplotní otopná soustava, která je nákladnější.
- U systémů voda/voda je nutné dostatečně propustné podloží, provedení čerpací zkoušky, provedení chemické analýzy vody, dodržení limitů pro poměr pH a tvrdosti vody.
- U systému země/voda potřeba dostatečné plochy pro zemní kolektor, velký zábor půdy zemním kolektorem, možné snížení teploty půdy nad kolektory.
- U systému vzduch/voda mohou nastat problémy s hlukem pomaloběžného ventilátoru vnější jednotky.

2.6 Větrná elektrárna

Větrná energie je to zdroj energie, který je možné využít v určité míře po celých 24 hodin, v podstatě kdekoli v České republice. Zásadní nevýhodou je kolísání intenzity proudění větru. Vítr vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků jako důsledku nerovnoměrného ohřívání zemského povrchu. A to tak, že teplý vzduch stoupá vzhůru, na jeho místo se tlačí vzduch studený. Zemská rotace způsobuje stáčení větrných proudů, dále je ovlivňuje vzhled krajiny, zastavěnost, vodní plochy a místní flora.

2.6.1 Princip větrné elektrárny

Působením aerodynamických sil na listy umístěných na rotoru převádí energii větru na rotační mechanickou energii. Rotační mechanická energie je poté prostřednictvím generátoru přeměněna na elektrickou energii. Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly, proto se musí listy speciálně tvarovat na určitý profil (velmi podobný profilu křidel letadla). Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Odhad produkovaného výkonu lze stanovit pomocí rovnice: $P = 0,2 \cdot v^3 \cdot D^2$



Obr. 2.6 Základní části větrné elektrárny

Legenda:

- 1 - rotor s rotorovou hlavicí,
- 2 - brzda rotoru,
- 3 - planetová převodovka,
- 4 - spojka,
- 5 - generátor,
- 6 - servo-pohon natáčení strojovny,
- 7 - brzda točny strojovny,
- 8 - ložisko točny strojovny,
- 9 - čidla rychlosti a směru větru,
- 10 - několikadílná věž elektrárny,
- 11 - betonový armovaný základ elektrárny,
- 12 - elektrorozvaděče silnoprůdého a řídícího obvodu,
- 13 - elektrická přípojka.

2.6.2 Druhy větrných elektráren

Využitelný potenciál energie větru velmi ovlivňuje typ navržené větrné elektrárny a její výkon. Větrné elektrárny se od sebe liší výtěžností pro určité parametry větru, což vyplývá z konstrukce vrtule/rotoru, typu generátoru a regulace.

a) Rozdělení podle velikosti:

Mikroelektrárny – Jsou určeny pro napájení jednotlivých zařízení, ale nedodávají elektrickou energii do sítě. Jejich výkon se pohybuje do cca 1 kW.

Malé elektrárny – Jsou určeny pro napájení velkých zařízení a obvykle nedodávají elektrickou energii do sítě. Jejich výkon se pohybuje do cca 15 kW.

Velké elektrárny – Jsou určeny pro napájení vesnic a měst vždy dodávají energii do sítě. Jejich výkon se pohybuje ve stovkách kW až jednotky MW.

b) Rozdělení podle elektrického generátoru:

Stejnoseměrné – jsou vhodné pouze pro mikroelektrárny, které produkují stejnosměrné napětí 12 nebo 24 V.

Asynchronní – produkují střídavý proud a napětí => jsou připojitelné k síti. Nevyžadují složitý připojovací systém - pouze se sledují otáčky, což rozhoduje o okamžiku připojení k síti.

Synchronní – jsou vhodné pro malé, střední i velké větrné elektrárny - mají velkou účinnost. Mnohapolové generátory jsou schopny pracovat s velkým rozsahem rychlostí větru i bez převodovky.

c) Rozdělení podle aerodynamického principu

Vztlakové s vodorovnou osou otáčení - vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly již historické větrné mlýny. Při stejném průměru rotoru v zásadě platí nepřímá závislost počtu listů a frekvence otáčení. Moderní elektrárny mají obvykle tři listy, byly však vyvinuty i typy s jediným nebo se dvěma listy.

Odporové - pracují na vztlakovém principu, kdy existují také elektrárny se svislou osou otáčení, některé pracují na odporovém principu (*typ Savonius*) nebo na vztlakovém principu (*typ Darrieus*). Výhodou elektráren se svislou osou, pracujících na vztlakovém principu je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení a tím i vyšší účinnosti, že je není třeba natáčet do směru převládajícího větru. Elektrárny se svislou osou otáčení se v praxi příliš neuplatnily, neboť u nich dochází k mnohem vyššímu dynamickému namáhání, které značně snižuje jejich životnost.

2.6.3 Regulace výkonu

Regulace pasivní - rotor elektrárny má pevné listy a pro regulaci využívá odtržení proudnice vzduchu od listu rotoru při určité rychlosti větru. Po odtržení dojde ke snížení výkonu. Výhody jsou vyšší výroba elektrické energie, při vyšších rychlostech větru s větrnými nárazy, a nižší pořizovací náklady. V současné době se používá i aktivní varianta regulace.

Regulace aktivní - využívá natáčení celého listu rotoru podle okamžité rychlosti větru tak, aby byl celkový náběh větrného proudu v daném okamžiku optimální (dosažení nejvyšší výroby). Výhodou je vyšší výroba elektrické energie zejména při nižších rychlostech větru, kdy se optimalizace projeví nejvíce. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady.

2.6.4 Výhody a nevýhody

Výhody:

- napájení ve špatně dostupných místech – hory
- relativně velký výkon na poměrně malé rozměry elektrárny
- doba větru
- jen málo zatěžuje životní prostředí

Nevýhody:

- složitá instalace elektrárny
- použití je jen na místech s optimálními větrnými podmínkami
- velké elektrárny svým vzhledem narušují krajinu
- vysoké investiční náklady

3 Hybridní systém

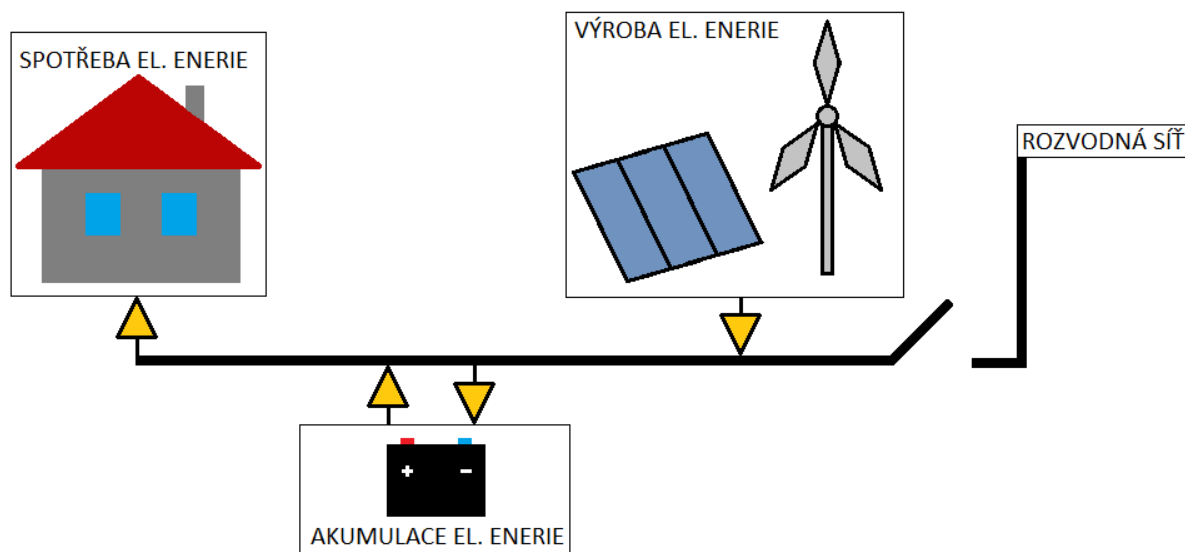
Popis hybridního systému

Hybridní systémy se sestavují z prvků jako jsou větrné elektrárny, fotovoltaické panely, elektrocentrály a kogenerační jednotky. Dále lze rozdělit hybridní ostrovní systémy podle dodávky elektrické energie na Grid-off instalace a Grid-on systém. Ostrovní systém vyrobenou elektrickou energii dodává do vnitřní sítě rodinné domu a přebytečnou elektrickou energii akumuluje případně přebytečnou energii prodává do veřejné elektrické sítě. Pokud je hybridní systém sestaven z obnovitelných zdrojů, může majitel pobírat finanční prostředky dle české legislativy nazvaný „Zelený bonus“. V případě využití bez obnovitelných zdrojů pak hybridní systém pracuje paralelně s veřejnou sítí a její majitel prodává elektrickou energii za cenu podle dohody s distributorem.

3.1 Grid-off instalace

V případech, kdy není možné odebírat elektrickou energii z distribuční sítě z důvodů poruchy nebo odlehlého místa, jako jsou třeba chaty, chalupy nebo jiné rekreační objekty. Na těchto místech se obvykle vyžaduje komfort domova v podobě používání elektrických spotřebičů například: světla, televize, rádio, počítač či chladnička anebo mraznička.

Mezi největší výhody hybridních systémů patří hlavně skutečnost, že se nejčastěji využívají obnovitelné zdroje k výrobě elektrické energie. Bohužel oba zdroje patří mezi nestabilní. Spojením těchto samostatných zdrojů docílíme toho, že při výpadku jednoho z nich jeho funkci nahradí druhý zdroj. Z logiky vyplývá, že když není dostatek slunečního záření a je zataženo, doprovázejí po většinou zataženou oblohu poryvy větru, které uvádějí do provozu větrnou elektrárnu. Velmi zřídka se stává, že by nebyl ani jeden zdroj k dispozici, proto se k systému Grid-off přidává akumulace, nebo další zdroj jako je elektrocentrála nebo kogenerační jednotka. Ovšem je nutné dostatečně naddimenzovat systém. Na obr. 2.1 je blokově znázorněný hybridní systém Grid-off.



Obr. 3.1 Ostrovní hybridní systém Grid-off

Jednotlivé komponenty systému a spotřebiče

Fotovoltaické panely – přeměňují světelnou energii na elektrickou energii pomocí fotovoltaického jevu. Nicméně je jejich použití limitováno dobou slunečního záření. Proto se kombinují s ostatními zdroji elektrické energie, které nám zaručí stabilní výrobu elektrické energie v průběhu celého roku. Počet fotovoltaických panelů je závislý na požadovaném výkonu.

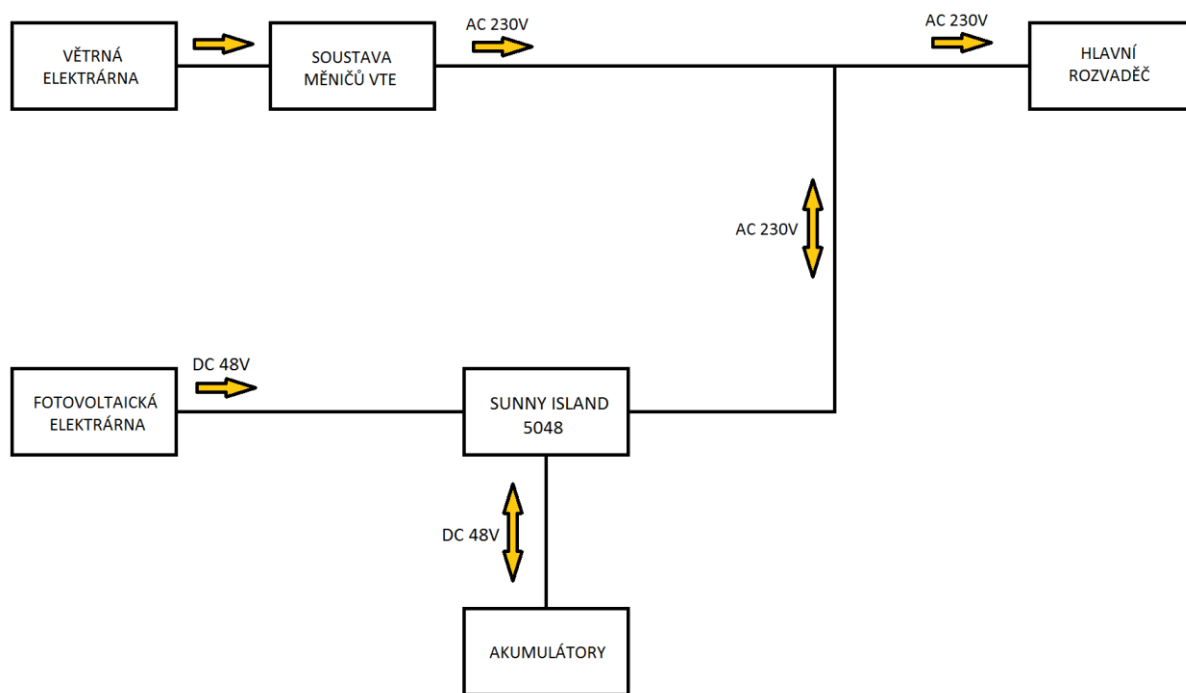
Větrná elektrárna – přemění větrnou energii během dne či noci na elektrickou energii. Její výkon si naddimenzujeme dle potřeby systému.

Střídač – rozstřídá uloženou stejnosměrnou elektrickou energii do sítě 230 V.

Regulátor – zařízení kontrolující elektrickou energii z fotovoltaických panelů a větrné elektrárny nebo jiného zdroje elektrické energie. Kontroluje a řídí také stav baterií, aby nebyla překročena kapacita baterií a zároveň jejich úplné vybití.

Baterie – slouží k akumulaci elektrické energie dodanou z elektrického zdroje. Navrhuje se taková kapacita baterií, aby byly baterie schopné dodávat elektrickou energii bez nabíjení po dobu alespoň jednoho dne či více dle systému.

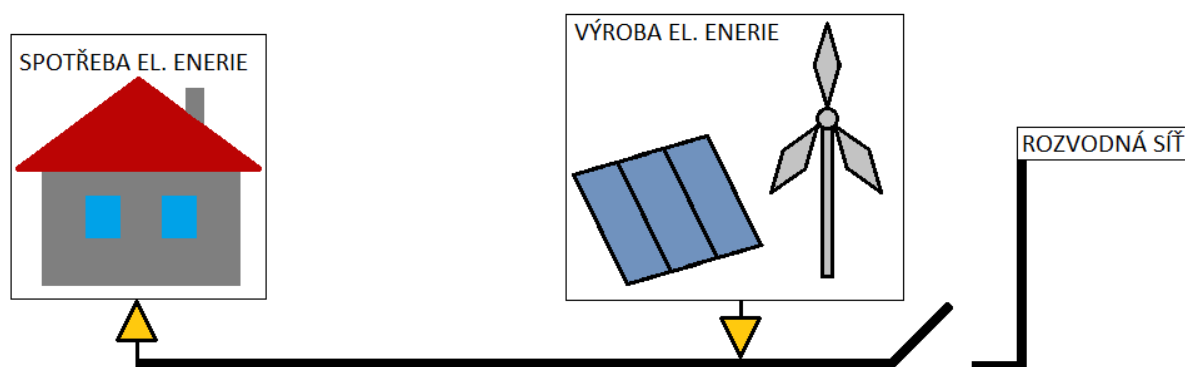
Ostatní zdroje - jsou to další alternativy zdrojů elektrické energie, jako jsou kogenerační jednotka, elektrocentrála a podobně.



Obr. 3.2 Zapojení Grid-off systému

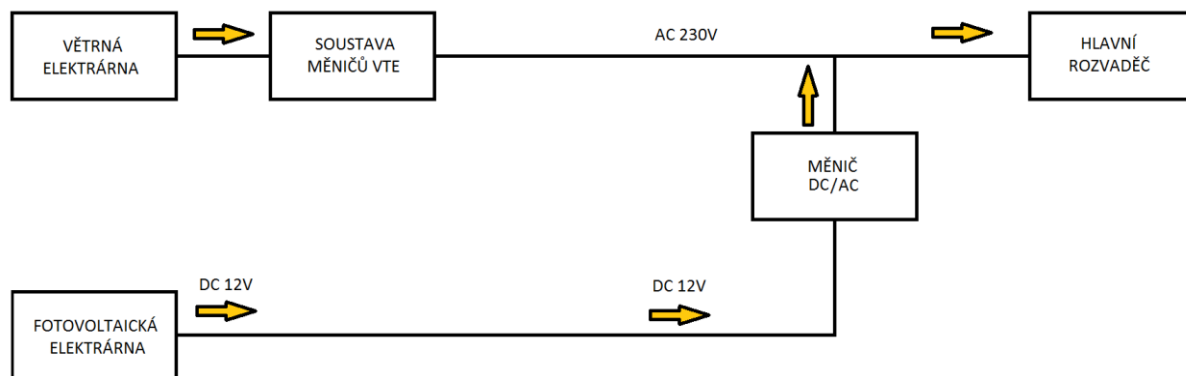
3.2 Grid-on instalace

Hybridní systémy se budují hlavně kvůli motivu možných úspor prostředků. Zpravidla se stavěly z důvodu nekvalitní elektrické energie nebo častým výpadkům, které se na naší síti stávají jen výjimečně při kalamitách nebo velmi nepříznivém počasí. Hybridní systémy nám nabízejí možnost si vyrábět vlastní elektrickou energii z "ekologických zdrojů" další jejich výhodou je úspora finančních prostředků za nákup energie a možností prodávat energie provozovateli distribuční sítě. Hybridní síť se nemusí skládat jen z obnovitelných zdrojů, ale i z dalších možných zdrojů energie.



Obr. 3.3 Ostrovní hybridní systém Grid-on

Hybridní systém se instaluje převážně na rodinné domy nebo průmyslové objekty. Většinou se vyrobená energie spotřebuje přímo v rodinném domě, ale je možnost veškerou energii přímo prodávat distributorovi. Na obr. 2.3 je zakreslené blokové schéma systému Grid-on. Rozdíl mezi systémem Grid-on a Grid-off je zřejmý, systém Grid-off akumuluje část vyrobené energie, aby byl schopen provozu bez použití veřejné rozvodné sítě. Naopak systém Grid-on při nedostatku větru a slunečního svitu se spoléhá na veřejnou rozvodnou síť.



Obr 3.4 Zapojení Grid-on systému

Fotovoltaické panely – přeměňují světelnou energii na elektrickou energii pomocí fotovoltaického jevu. Nicméně je jejich použití limitováno dobou slunečního záření.

Větrná elektrárna – přemění větrnou energii během dne či noci na elektrickou energii. Její výkon si naddimenzujeme dle potřeby systému.

Invertor – synchronizuje energii vyrobenou pomocí fotovoltaických panelů a větrné elektrárny s parametry rozvodné sítě a připojuje systém do distribuční soustavy.

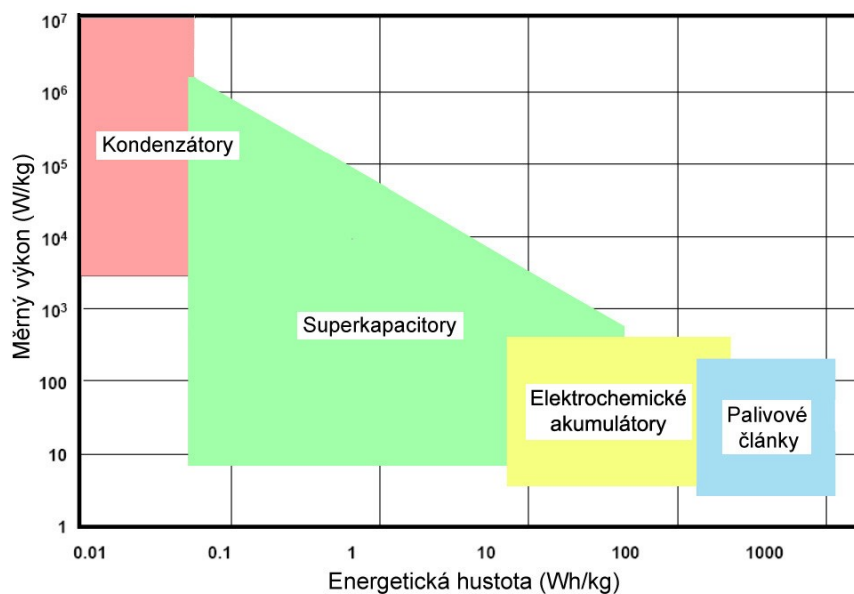
4 Akumulace elektrické energie

V posledních letech roste podíl vyrobené elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Ty jsou známé tím, že jejich dodávka elektrické energie je nestálá, protože když nefouká vítr nebo nesvítí slunce, tak nevyrábí elektrickou energii. V těchto chvílích se uplatňuje akumulovaná energie, která nahrazuje výpadek okamžité vyrobené energie.

Rozdělení

Akumulace elektrické energie se dá rozlišit do dvou skupin:

- a) Chemický princip akumulace energie – akumulátory
 - Olověné a alkalické akumulátory
 - Moderní akumulátory pracující na principu Lithium-Ion, Sodík-Síra
 - Superkapacitory
 - Průtokové baterie
 - Palivové články
- b) Fyzikální princip akumulace energie
 - Setrvačníky
 - Přečerpávací vodní elektrárny
 - Akumulace energie založená na stlačeném vzduchu



Obr. 4.1 Porovnání superkapacitorů s dalšími akumulačními systémy [28]

5 Vytápění rodinného domu

Při návrhu vytápění rodinného domu musíme vycházet z normy ČSN 06 0210, kde jsou uvedeny nutné informace pro výpočet tepelných ztrát domu. Z uvedených informací z normy vyplývá, že si můžeme základní výpočet tepelných ztrát zjednodušit takto: 1m^3 má tepelnou ztrátu 35 - 60W. Při tomto výpočtu zanedbáme tepelný výkon člověka, který se pohybuje v rozmezí 80 - 100W. Základním požadavkem na vytápění je vytvoření tzv. tepelné pohody za pokud možno nejnižší náklady. Abychom toho dosáhli, musíme znát typ rodinného domu a ty se rozdělí do třech typů:

Aktivní dům - umožňuje přirozené cirkulování vzduchu tzn. výměnu vzduchu. Tyto domy mohou být vybaveny izolací (zateplením), avšak ta nesmí bránit přirozené cirkulaci vzduchu.

Pasivní dům - tento typ domu nemá samovolnou výměnu vzduchu, proto je vybaven vlastní cirkulační jednotkou vzduchu, která obměňuje vzduch v budově. Mohou to být původně aktivní domy vybavené zateplovacími materiály a úspornými okny určené pro tento typ domu. Tyto domy zmenší náklady na vytápění až 13krát.

Nízkoenergetický dům - jsou to domy konstruované tak, aby náklady na jejich provoz byly co nejnižší a dosahují toho tím, že jsou postaveny s materiály dobře izolující teplo, aby se zamezilo unikům tepla a také jsou vybaveny systémy pro výrobu vlastní energie fotovoltaickými panely, solárními kolektory nebo tepelnými čerpadly.

Tepelná pohoda

Tepelná pohoda je subjektivní pocit, který označuje stav, při kterém je dosažena tepelná rovnováha člověka, tedy kdy prostředí odebírá tělu tepelnou produkci bez nadměrného pocení (suché ochlazování). Faktory, které ovlivňují tepelnou bilanci organismu a tím zároveň i tepelnou pohodu, mohou být rozděleny do 3 skupin:

a) Vnitřní prostředí

- teplota vzduchu
- radiační teplota
- vlhkost vzduchu
- rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence

b) Osobní faktory

- hodnota metabolismu
- oblečení

c) Doplňující faktory

- jídlo a pití
- aklimatizace (adaptace na venkovní klima)
- aklimace (adaptace na vnitřní prostředí)
- tělesná postava
- podkožní tuk
- věk a pohlaví

Doporučené teploty pro místnosti a činnosti jsem uvedl v tabulkách 5.1 a 5.2. Je zde patrné, že různé činnosti potřebují i různé teploty dle náročnosti, i totéž i místnosti mají rozlišné teploty vzhledem k jejímu určení.

Tab 5.1 Doporučená teplota v místnostech

Typ místnosti	Doporučená teplota (°C)
Obytné místnosti	18 - 22
Kuchyně	15
koupelna	24
WC	16
Chodba a schodiště	10 - 15

Tab 5.2 Doporučená teplota při činnostech

Typ činnosti	Doporučená teplota (°C)
Při odpočinku	19 - 22
Lehká fyzická práce	18 - 20
Středně těžká fyzická práce	14 - 17
Těžká fyzická práce	10 - 15

6 Návrh pro rodinný dům

6.1 Nízkoenergetický dům

Popis domu

Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům umožňující bydlení až 6 členné rodině. Dům má přibližnou zastavěnou plochu 90 m². Střecha domu je sedlová se sklonem 40° jež umožňuje pohodně obývat druhé podlaží užitná plocha domu je 150 m².



Obr 6.1 Plánovaná realizace[11]

Konstrukce domu

Konstrukce domu je založena na betonovém základu případně na betonových základových pásech. Pro obvodovou nosnou konstrukci je použit stavebnicový systém Europanel, fasáda domu je dodatečně zateplena polystyrénem o tloušťce 100 mm, aby tepelné ztráty obvodovými stěnami byly co nejmenší. Vnitřní stavba stěn je konstruována sádkokartonovými příčkami s kombinací s nosnými dřevěnými sloupy případně Europelem. Díky této konstrukci a poskytnutým materiálům stavební firmy, jež tento typ domu staví se tepelné ztráty se pohybují od 5,25 - 5,3 kW na celý dům. Je to tedy nízkoenergetický dům dle normy (číslo normy jež stanovuje typy objektů).

Tab 6.1 Technické data domu [11]

Užitná plocha:	147,28 m ²
Zastavěná plocha:	90,09 m ²
Střešní plocha:	120 m ²
Rozměry domu:	7,7 x 11,7 m
Počet osob:	4-5
Obytné místnosti:	5
Výška hřebene střechy:	8,02 m
Úhel sklonu střechy:	40°



Obr. 6.2 Realizovaný nízkoenergetický dům

Tab. 6.2 Plochy a orientace místností [11]

1.01	Zádvěří	3,72 m ²	Jih
1.02	Hala+schodiště	8,42 m ²	Sever
1.03	Obývací pokoj	21,17 m ²	Východ
1.04	Kuchyň	18,98 m ²	Jih
1.05	Pokoj	16,85 m ²	Západ
1.06	Komora	2,60 m ²	Sever
1.07	Koupelna	5,05 m ²	Jih
2.01	Hala+schodiště	7,36 m ²	Sever
2.02	Pokoj	16,85 m ²	Západ
2.03	Pokoj	19,73 m ²	Východ
2.04	Pokoj	16,18 m ²	Jih
2.05	Koupelna	4,93 m ²	Jih
2.06	WC	2,50 m ²	Jih
2.07	Šatna	2,94 m ²	Jih

6.2 Návrh hybridního systému pro rodinný dům

Dle energetického zákona (Zákon č. 211/2011 Sb.) každý výrobce elektrické energie zodpovídá za kvalitu vyrobené energie, avšak může tuto povinnost smluvně přesunout na další fyzickou nebo právnickou osobu. Výrobce elektrické energie musí vyplňovat formulář pro statistiku energetiky z provozně - technických dat (**příklad formuláře je uveden v příloze č. 5**). Podle množství vyrobené elektrické energie se vypisuje tento formulář a to měsíčně, čtvrtletně, půlročně nebo ročně. U malých FVE jejíž výkon nepřesáhne 30 kWp se lze rozhodnout jaký program budeme využívat, jestli zelený bonus nebo pro přímou dodávku elektrické energie.

Zelený bonus v dnešní legislativě je zakotven tak, že majitel FVE dostává finanční dotaci za každou vyrobenou kW·h (dle poslední úpravy ERÚ 5,08 Kč za 1 kW·h). Přebytečnou vyrobenou elektrickou energii může prodávat distributorovi elektrické energie, ale ten nemá ze zákona povinnost tuto energii vykupovat. Výrobce si tedy musí distributora sám najít. Cena za přebytečnou energii je určena dohodou mezi výrobcem a distributorem. Majitel FVE platí za běžné služby jako je platba za systémové služby.

V programu pro přímou dodávku energie je cena za 1 kW·h (dle poslední úpravy ERÚ 6,16 Kč za 1 kW·h) vyšší než u programu zeleného bonusu. Veškerá vyrobená elektrická energie je prodávána distributorovi, který ze zákona musí tuto energii vykupovat za státem stanovenou cenu. Tato cena je garantována dle Tab. 6.3. Jak je patrné dle tabulky větrná a fotovoltaická energie má garanci výkupní ceny po dobu 20 let. Nejdelší garanci výkupní ceny má malá vodní elektrárna.

Nynější legislativa neřeší možnost připojení dvou a více druhů výroby elektrické energie z jednoho místa, legislativa povoluje mít více zdrojů s možností kombinace jejich programů, ale z více připojovacích míst. Proto se hybridní systémy u nás tolik nerozšiřují a jejich stavba je nákladná, mnohdy se jejich investiční náklady nevrátí, avšak v místech, kde je kvalita energie nízká či dochází k častým výpadkům, je hybridní systém dobrou volbou úspor a zálohy.

Tab. 6.3 Garance výkupních cen [12]

Typ OZE	Garance výkupních cen (roky)
Malá vodní elektrárna	30
Biomasa	20
Bioplyn	20
Skládkový, kalový, důlní plyn	15
Větrná elektrárna	20
Geotermální elektrárna	20
Fotovoltaická elektrárna	20

Pro výpočet spotřebované energie v domě si vypíšeme seznam zařízení a jejich příkonů v plném zatížení (Full-power) a v takzvaném klidovém režimu (Stand-by). Součet všech příkonů (v režimu full-power) poté vynásobím koeficientem soudobosti. Koeficient soudobosti určím podle počtu žijících osob v místnosti v tomto případě $\beta=0,4$. Ve Stand-by režimu zařízení pracují stále, proto jej nenásobíme koeficientem soudobosti. Tím získám příkon nutný k provozu domu. Režimy Full-power a Stand-by mají různou dobu trvání. Doba trvání je během pracovního dne Stand-by 10 hodin a full-power 14 hodin. Při volném nebo víkendovém dnu se poměr změní Stand-by 11 hodin a full-power 13 hodin.

Tab. 6.4 Seznam okamžitých příkonů

P.Č.	Zařízení	Full-power Příkon (W)	Stand-by (W)
1.	Osvětlení	2000	500
2.	Pračka	2200	0
3.	Myčka	1100	0
4.	Rychlovarná konvice	2000	0
5.	Mikrovlnná trouba	900	5
6.	Mraznička	110	110
7.	Chladnička	120	120
8.	Televizor + rádio	450	20
9.	Počítač + monitor	1300	20
10.	Sporák	8000	0
11.	Elektrické nářadí	5000	0
12.	Ostatní zařízení	6000	1500
13.	Žehlička	2400	0
14.	Vzduchotechnika		700
Soudobost $\beta = 0,4$		31580	2275
Celkem:		Max: 13kW	Min: 2,3kW

Návrh trojpólového jističe pro dům

Pro návrh jističe je zapotřebí znát maximální spotřebu elektrické energie, která je uvedena v tabulce 6.4 okamžitých příkonů v tabulce jsou uvedeny příkony dle variant vytápění, ale nejsou započítány do celkového výkonu, ačkoliv se počítá s malou rezervou. Maximální příkon vynásobím koeficientem soudobosti (náročnosti), který určuje pravděpodobnost spuštění všech spotřebičů, v tomto případě jsem volil $\beta = 0,4$. Protože je velmi nepravděpodobné, že by bylo zapojeno víc jak 50 % přístrojů najednou. Účinník rodinného domu se pohybuje $\cos \varphi = 0,95 - 1$, pro zjednodušení jsem zvolil účinník $\cos \varphi = 1$.

$$\beta = 0,4$$

$$\cos \varphi = 1$$

$$U = 400 \text{ V}$$

$$P_1 = 31,58 \text{ kW}$$

Výpočet soudobého výkonu pro návrh jističe:

$$P_p = P_1 \cdot \beta = 31,58 \cdot 10^3 \cdot 0,4 = 12,632 \text{ kW}$$

$$P_p \cong 13 \text{ kW}$$

Výpočet proudu tekoucím při soudobém příkonu:

$$I = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{13 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 18,763 \text{ A}$$

Velikost protékaného soudobého proudu 18,763 A, proto volím jistič ze řady 20 A.

6.3 Celková roční spotřeba

V dnešní době zdražování služeb a energií je trend snižování celkové roční spotřeby energie, a to použitím chytrých domácích sítí, úspornými spotřebiči a zařízeními. V celkové spotřebě domu není zahrnuta energie potřebná k vytápění a ohřevu teplé vody (TV). V této diplomové práci porovnávám několik možností vytápění a ohřevu teplé vody. Jako nejvhodnější varianty na porovnávání jsem vybral elektrokotel jež má vysokou účinnost ohřevu vody a dále tepelná čerpadla se systémy vzduch - voda a země - voda. Každý z těchto systémů je vybaven bivalentním zdrojem nezávislém na elektrické energii, v tomto případě krbem s vložkou.

Tab. 6.5 Roční spotřeba bez nároku na vytápění

Spotřebič	Roční spotřeba
	kW · h
Lednice a mrazák	800
Pračka	300
Myčka	460
sporák, trouba, konvice	700
TV, video, satelit	300
Gramofon, Hi-fi, rádio	10
Počítače, notebooky	300
Osvětlení	300
Nářadí z dílny nebo zahrady	50
Vzduchotechnika	50
Ostatní	500
Celková roční spotřeba	3770

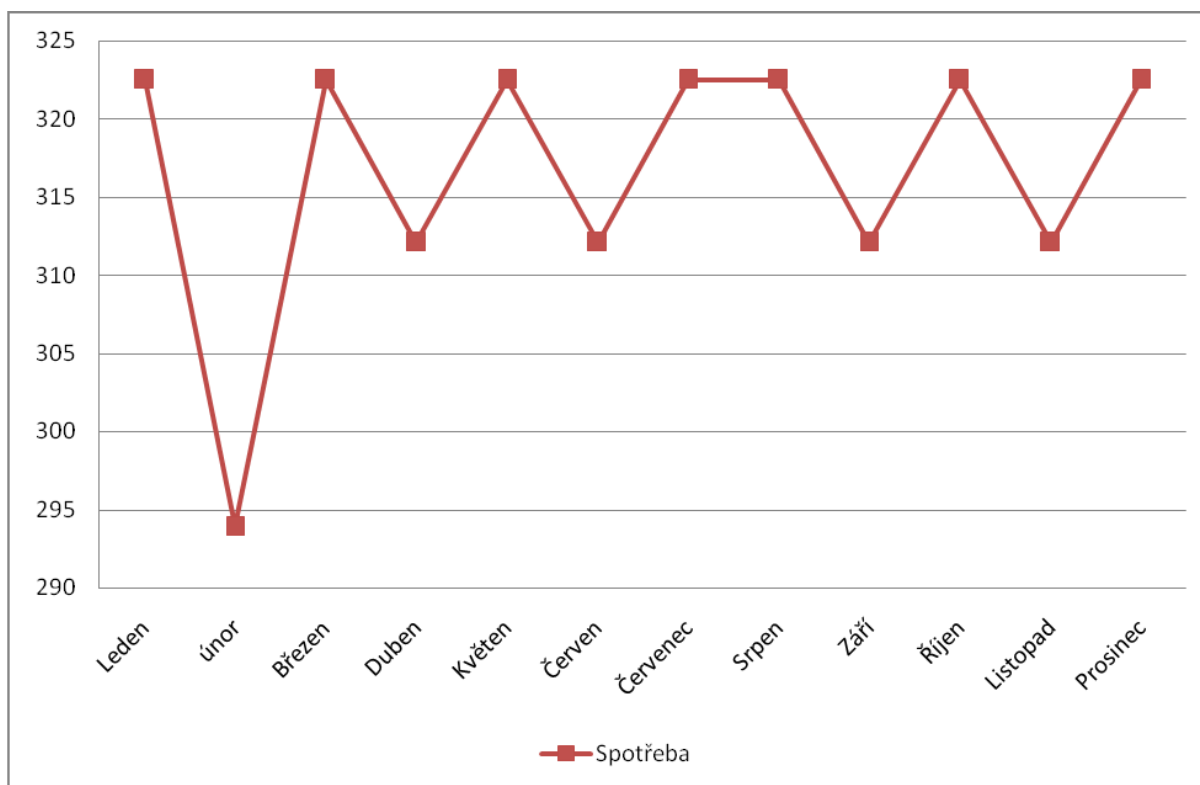
Při přepočtu roční spotřeby na jednotlivé měsíce jsem dal 10 % rezervu, která by měla respektovat změny ročních období. Vycházel jsem z předpokladu, že rok má 365,25 dne (aby byl respektován přestupný rok). Dále jsem zavedl koeficient k_1 , který nám určuje podíl spotřeby jednotlivých měsíců podle vzorce.

$$E_{MS} = E_{RS} \cdot k_1$$

$$k_1 = \left(\frac{\text{délka měsíce}}{\text{délka roku}} \right)$$

Tab. 6.6 Měsíční rozložení roční spotřeby energie

Měsíc	Počet dnů v měsíci (den)	k_1 (-)	Roční spotřeba (kW·h)	Měsíční spotřeba(kW·h)
Leden	31	0,084873374	3800	322,5188227
únor	28,25	0,077344285	3800	293,908282
Březen	31	0,084873374	3800	322,5188227
Duben	30	0,082135524	3800	312,1149897
Květen	31	0,084873374	3800	322,5188227
Červen	30	0,082135524	3800	312,1149897
Červenec	31	0,084873374	3800	322,5188227
Srpen	31	0,084873374	3800	322,5188227
Září	30	0,082135524	3800	312,1149897
Říjen	31	0,084873374	3800	322,5188227
Listopad	30	0,082135524	3800	312,1149897
Prosinec	31	0,084873374	3800	322,5188227
Celkem:	365,25	1		3800



Obr. 6.3 Graf spotřeby elektrické energie v průběhu roku

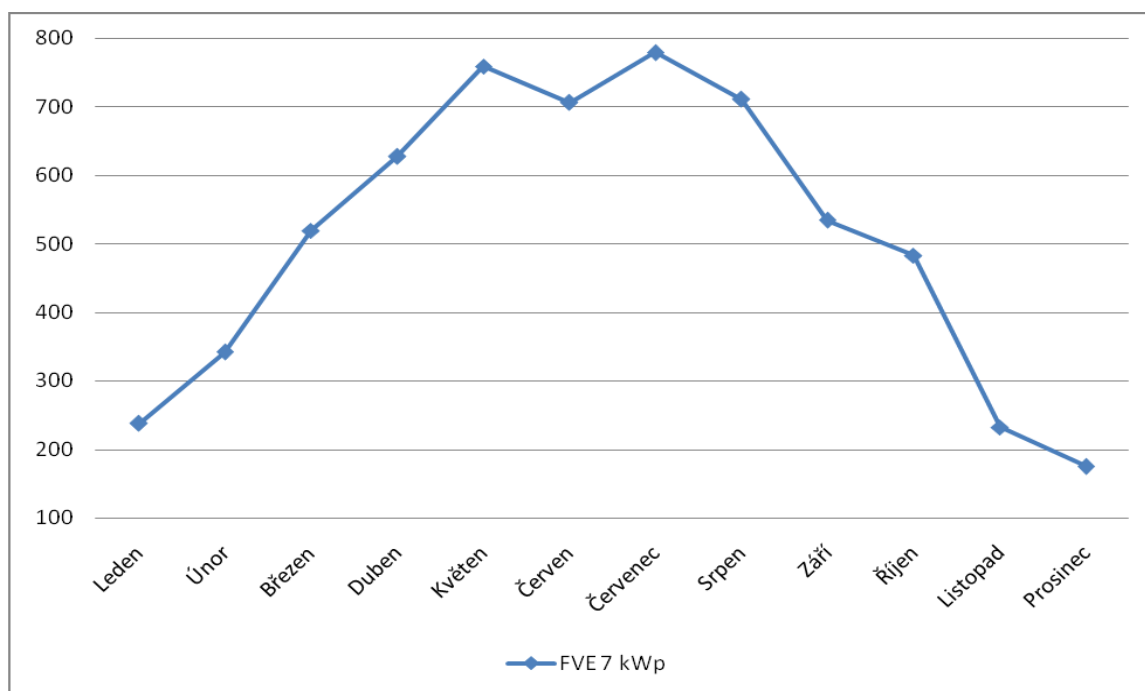
6.4 Návrh zdrojů elektrické energie

6.4.1 VFE - fotovoltaické panely

Fotovoltaické panely jsou umístěny na střeše s celkovou plochou 120 m^2 z této plochy je 50 m^2 možné využít na instalaci panelu. Při rozměrech panelu $2 \times 1 \text{ m}$ lze na střechu nainstalovat 25 panelů, přičemž každý má výkon 280 Wp. Celkový pik výkon fotovoltaických panelů je tedy 7 kWp. Pomocí stránek Fotovoltaické geografického informačního systému (PVGIS) jsem zpracoval odhad množství vyrobené elektrické energie denně a měsíčně, který je uveden v tabulce 6.7. který je graficky znázorněn na obrázku 6.4. V tomto odhadu je započítán úhel náklonu střechy a její orientace na jih, dále ztráty systému, účinnost panelu a ztráty ve vodičích.

Tab 6.7 Odhad vyrobené elektrické energie[13]

Měsíce		Ed (kW·h)	Em (kW·h)
1.	Leden	7,68	238
2.	Únor	12,20	342
3.	Březen	16,70	519
4.	Duben	20,90	627
5.	Květen	24,50	759
6.	Červen	23,50	706
7.	Červenec	25,10	779
8.	Srpen	22,90	711
9.	Září	17,80	534
10.	Říjen	15,60	483
11.	Listopad	7,74	232
12.	Prosinec	5,63	175
Průměr za rok		16,70	509
Celkem:			6110



Obr.6.4 Odhad výroby FVE

Zvolil jsem typ polykrystalického panelu z důvodu možnosti odebírání difuzního slunečního záření, kvůli větší účinnosti a větším možnostem výroby elektrické energie. Proto jsem zvolil panel MY-280 od firmy Motech, jeho cena se pohybuje okolo 12000 Kč při použití 25 kusů se investice na pořízení panelu zvedne na 300000 Kč.

Popis FV panelu:

Polykrystalický fotovoltaický panel s výkonem 280 Wp.

Obsahuje 72 ks vysoce účinných polykrystalických křemíkových solárních článků, slunečním paprskům vysoce prostupné a tvrzené sklo s nízkým obsahem železa, folii EVA nepodléhající stárnutí a zadní stranu z vysoce odolné TPT, rám z eloxovaných hliníkových profilů.

Hlavní výhody:

vysoká účinnost panelu (až 14,86%), garance výkonu v průběhu 25-ti let, 5 let / 95%, 12 let /90%, 18 let 85%, 25 let / 80%, záruka 5 let na použité materiály a řemeslné zpracování, odolné vůči silnému zatížení větrem a sněhem. Vše garantováno výrobcem. [14]

6.4.2 Větrná elektrárna VTE

Při volbě větrné elektrárny jsem si zvolil elektrárnu OZP - 7 s jmenovitým výkonem 7 kW, která má rozběhovou rychlost větru $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V dané lokalitě, kde je elektrárna nainstalována, je průměrná rychlost větru $5 - 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Dle zkušeností výrobce VTE v dané lokalitě se na tomto typu elektrárny může vyrobit 17500 kW·h ročně. V našem případě budeme předpokládat hodnotu nižší tedy 11400 kW·h přibližně 65% možné roční výroby. Tato předpokládaná hodnota je nižší z důvodu korekce vyrobené energie závislé na měsíci. Cena investice je 270000 Kč, v této ceně jsou zahrnuté veškeré systémové vybavení větrné elektrárny.



Obr. 6.5 Fotografie větrná elektrárna OZP-7 [15]

Technická data VTE: [15]

Větrná elektrárna OZP - 7

Jmenovitý výkon : 7,0 kW

Jmen. rychlost větru : $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Rozběhová rychlost : $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Max. rychlost větru : $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Průměr rotoru : 6,5 m

Materiál rotoru : GRP

Max. otáčky rotor: $200 \text{ n} \cdot \text{min}^{-1}$

Generátor multipole : PMG`s

Bez převodů

Výstupní napětí : 230 V

Systém ochrany : vytočení

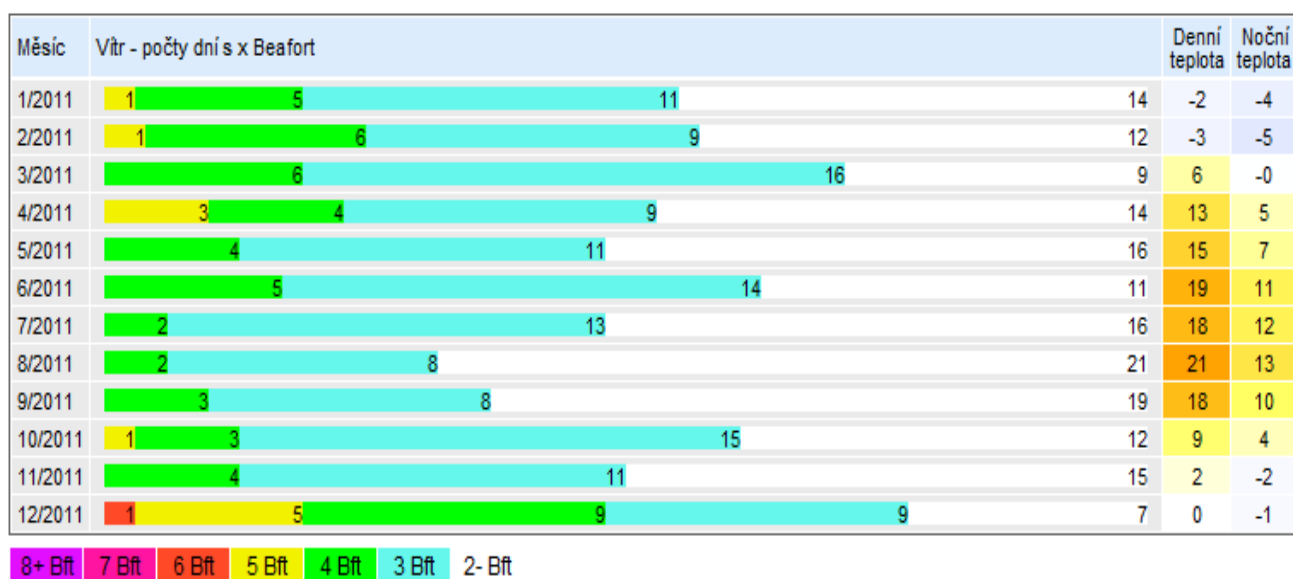
Řídicí systém PLC Siemens, Mitsubishi

Hmotnost : 240 kg

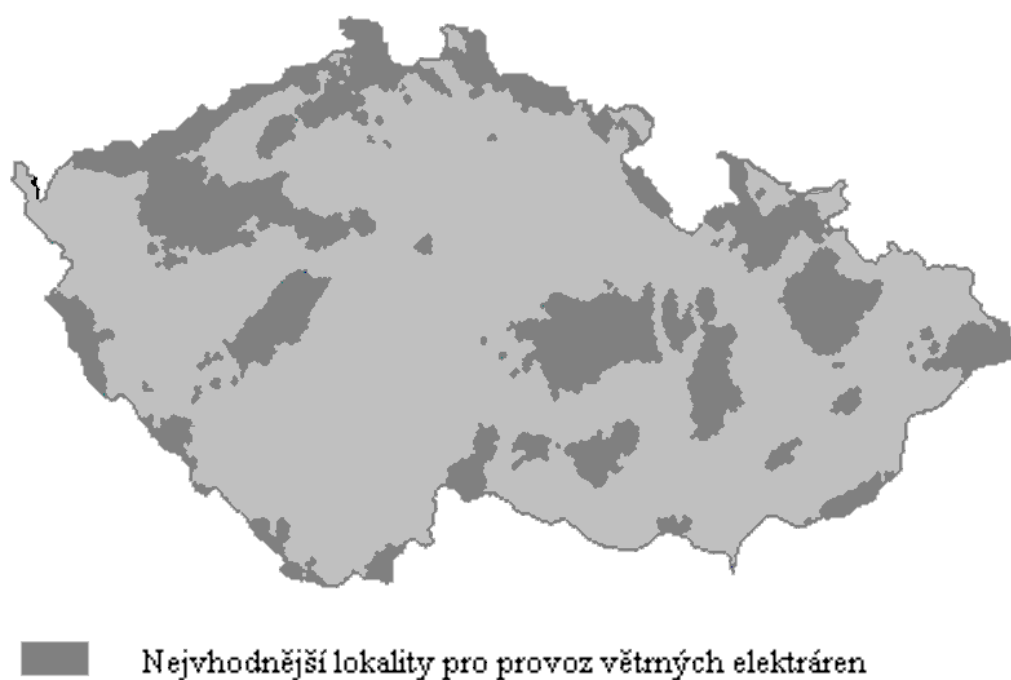
včetně regulace a anemometru

Průměrná roční výroba energie = $17500 \text{ kW} \cdot \text{h}$ ($17,5 \text{ MW} \cdot \text{h}$)

270000 Kč s DPH a 245000 Kč bez DPH



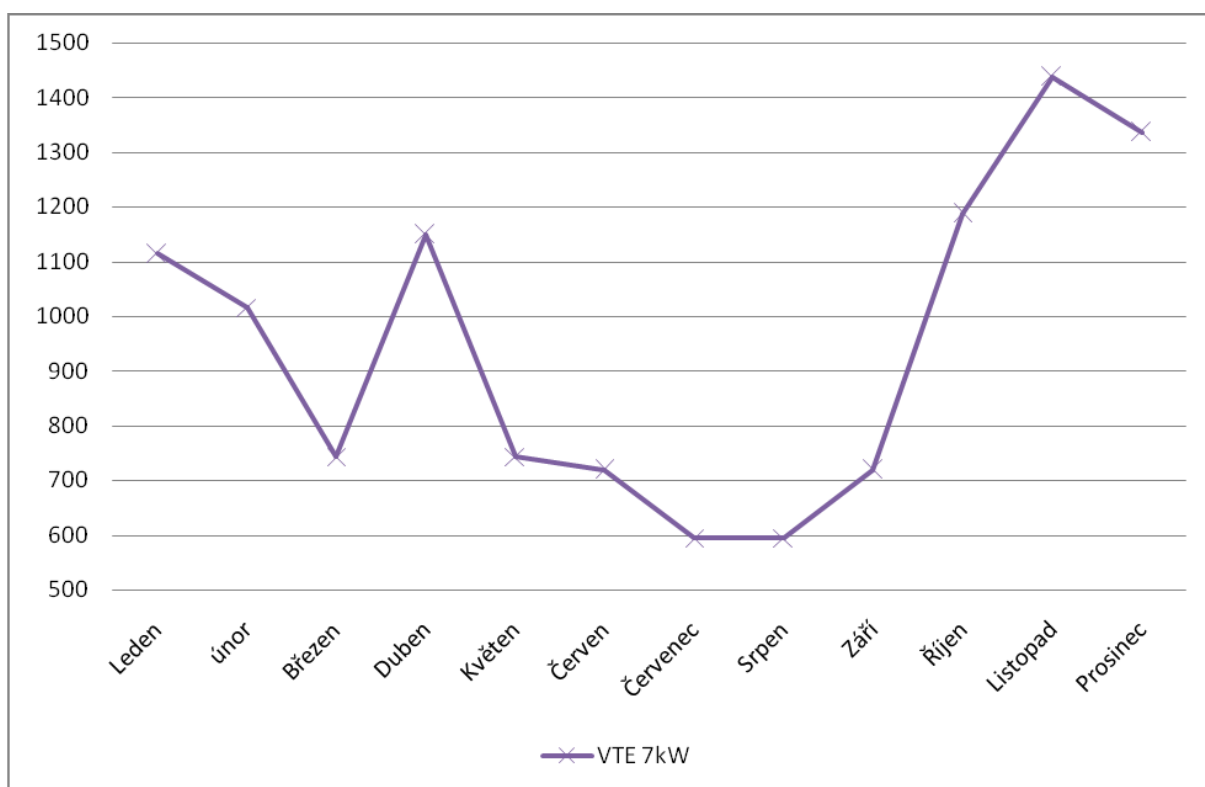
Obr 6.6 Větrná statistika pro Stránské u Rýmařova [17]



Obr 6.7 Vhodnost instalace VTE[16]

Tab 6.8 Rozložení výroby VTE na měsíční úseky

Měsíc	Počet dnů měsíce	k_1	Roční výroba (kW·h)	Měsíční korekce k_2	Teoretická měsíční výroba (kW·h)
Leden	31	0,084873	17500	0,75	1113,963
únor	28,25	0,077344	17500	0,75	1015,143
Březen	31	0,084873	17500	0,5	742,642
Duben	30	0,082136	17500	0,8	1149,8973
Květen	31	0,084873	17500	0,5	742,642
Červen	30	0,082136	17500	0,5	718,685
Červenec	31	0,084873	17500	0,4	594,113
Srpen	31	0,084873	17500	0,4	594,113
Září	30	0,082136	17500	0,5	718,685
Říjen	31	0,084873	17500	0,8	1188,227
Listopad	30	0,082136	17500	1	1437,371
Prosinec	31	0,084873	17500	0,9	1336,755
	365,25	1			11352,241



Obr. 6.8 Odhad výroby VTE [17]

6.4.3 Návrh baterií

Při návrhu kapacity baterií se musí počítat s celkovým příkonem všech připojených spotřebičů. Nutností je ponechat určitou rezervu pro dobíjení baterií a také brát v úvahu stárnutí baterií a jejich vlastnosti, které se mohou měnit při různých teplotách, které uvádí výrobce. Z toho vyplývá,

že celkovou kapacitu baterie navrhuji vyšší než je potřebná pro bezproblémový chod, v tomto případě 130 %. Při propojování akumulátorů do stringu je nutné propojovat akumulátory stejného typu a kapacity.

V rodinném domě navrhuji baterii pro zálohování po dobu 72 hodin.

Kapacita baterii

k	koeficient respektující stárnutí baterii
I	proud potřebný pro chod zařízení
t	požadovaná doba zálohování
E_{PD}	Energie jednoho pracovního dne
E_{BAT}	Energie baterii (potřebná na zálohování 72h)
PB	Počet baterii

Předpokládaná spotřeba domu během průměrného pracovního dne je 11 kW·h do této hodnoty nepočítáme energii potřebnou pro vytápění a ohřev teplé vody (a) předpoklad použití krbu; b) dohřívání akumulčního média [cca 2kW - 5kW]) ve variantě s elektro-kotlem a bojlerem je tento prvek zapínán spínačem HDO, případně spínacími hodinami, ale jeho příkon nepřesáhne 5 kW.

$$P = \frac{E_{PD}}{t} = \frac{3 \cdot 11000}{72} = 458,333 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{458,333}{48} = 9,548 \text{ A} \Rightarrow 10 \text{ A}$$

$$E_{BAT} = I \cdot t \cdot k = 10 \cdot 72 \cdot 1,3 = 936 \text{ Ah}$$

Dle zvoleného typu baterii s kapacitou 1009 Ah jsem spočítal, že bude zapotřebí 24 kusů baterii, protože baterie jsou na napětí 2V. Cena jedné baterie je 15800 Kč, pořizovací cena všech kusů baterii je 379200 Kč.

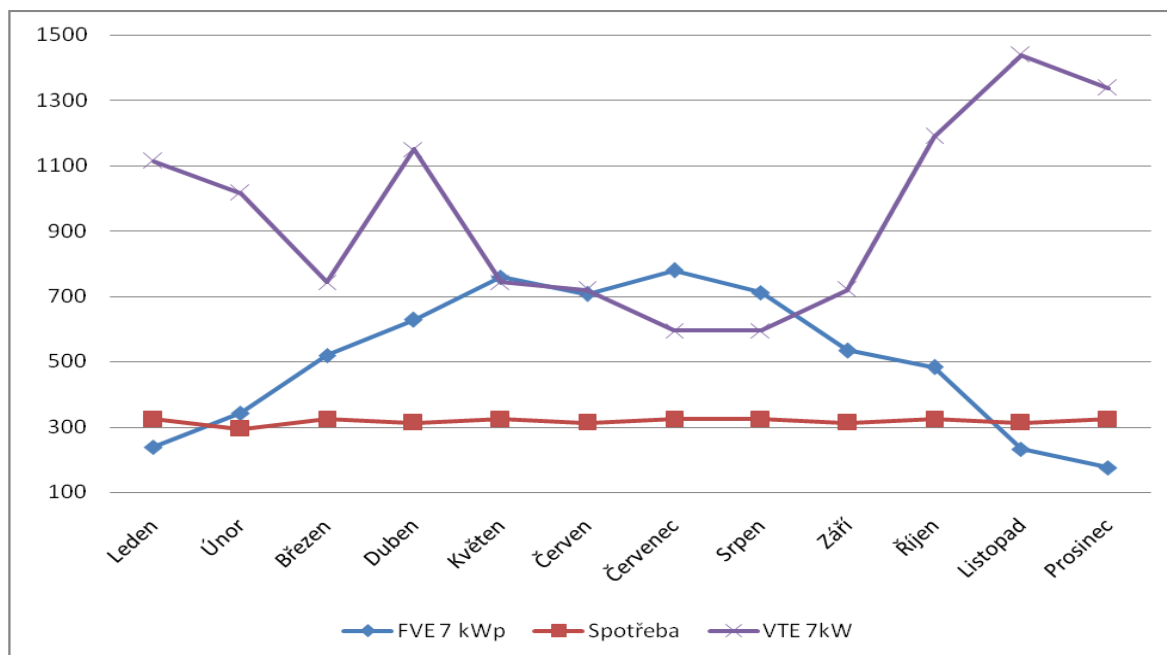
$$PB = \frac{U_{BAT}}{U_{1BAT}} = \frac{48}{2} = 24 \text{ kusů}$$

Typ baterie:

Baterie Exide OPzS Solar 1410 GUG

Baterie plněné, 1009 Ah (C10)/2 V. Speciální technické uspořádání. Vysoká spolehlivost, životnost a robustní pouzdro. Teplotní rozsah od -20°C do +45°C

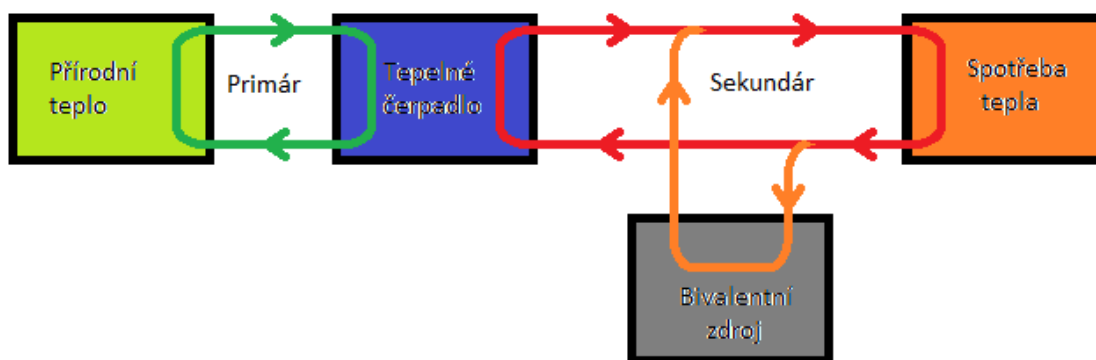
Cena za 1 kus: 15734,80 Kč s DPH [18]



Obr. 6.9 Odhad výroby a spotřeby energie

6.5 Možnosti vytápění

Dům je standardně vybaven krbem s vložkou, který slouží jako bivalentní zdroj tepla. Tedy náhradní tepelný zdroj v případě výpadku elektrické energie či nadměrně chladných dnů, kdy za chladný den považujeme takový den, když teploty klesnou pod -20°C . Bod bivalence je určen při teplotě -15°C u systému vzduch voda (-15°C země - voda), tedy bod, kdy se již vyplatí použití bivalentního vytápění vzhledem k účinnosti tepelného čerpadla. U elektro-kotle je zařízení řízeno spínacími hodinami nebo spínačem HDO, v tomto případě je za potřeby se dohodnou s distributorem na podmínkách spínání, to znamená minimální a maximální čas provozu tepelného zařízení.



Obr. 6.10 Schéma tepelného okruhu

Tepelná čerpadla jsou konstruována na 15000 hodin provozu ročně, ačkoliv běžně doba provozu tepelného čerpadla nepřesáhne 5000 hodin ročně. V případě nízkoenergetických domů se tato hodnota ještě snižuje. Při použití tepelného čerpadla i na výrobu teplé vody, mírně se navýší roční provozní doba. [19]

Potřeba tepla a teplé vody

Potřeba tepla je závislá na tepelných ztrátách domu a na lokalitě, ve které je objekt postaven. Určení lokality nám umožní stanovit venkovní teploty a počet topných dnů dle norem ČSN 38 3350 Zásobování teplem a ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, ze kterých vychází tabulka 6.9 náročnosti lokalit na vytápění. Je v ní určen počet topných dnů pro různé průměrné teploty v topném období. V mém případě jsem volil průměrnou teplotu $t_{em} = 13\text{ °C}$. Lokalita pro kterou potřebu vytápění počítám je v okolí města Bruntál (okres Bruntál), tato lokalita je v tabulce zřetelně označena.

Tab. 6.9 Tabulka náročnosti lokalit na vytápění

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro					
			$t_{em}=12\text{ °C}$		$t_{em}=13\text{ °C}$		$t_{em}=15\text{ °C}$	
			t_{es}	d	t_{es}	d	t_{es}	d
	h	t_e	t_{es}	d	t_{es}	d	t_{es}	d
	(m)	(°C)	(°C)	(dny)	(°C)	(dny)	(°C)	(dny)
Bruntál	546	-18v	2,7	255	3,3	271	4,8	315
Frýdek-Místek	300	-15v	3,4	225	3,8	236	5,1	269
Karviná	230	-15	3,6	223	4,0	234	5,3	267
Nový Jičín	284	-15v	3,3	229	3,8	242	5,2	280
Opava	258	-15	3,5	228	3,9	2329	5,2	274
Ostrava	217	-15	3,6	219	4,0	229	5,2	260

Energie potřebná k vytápění:

$$t_e = -18\text{ (°C)}$$

$$d = 271\text{ (dní)}$$

$$t_{es} = 4\text{ (°C)}$$

$$Q_c = 5,3\text{ (kW)}$$

$$t_{is} = 19\text{ (°C)}$$

$$e_i = 0,85\text{ (-)}$$

$$e_t = 0,90\text{ (-)}$$

$$e_d = 1\text{ (-)}$$

$$\eta_o = 0,95\text{ (-)}$$

$$\eta_r = 0,95\text{ (-)}$$

Vytápěcí denostupně:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 271 \cdot (19 - 4)$$

$$D = 4065\text{ K} \cdot \text{den}$$

Opravný součinitel:

$$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0,85 \cdot 0,90 \cdot 1,00$$

$$\varepsilon = 0,765$$

Roční potřeba energie na vytápění:

$$Q_{\text{VYT}} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} = \frac{0,765}{0,95 \cdot 0,95} \cdot \frac{24 \cdot 5,3 \cdot 4065}{(19 - 4)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

$$Q_{\text{VYT}} = 42,644 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1} \Rightarrow 11,8 \text{ MW} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Energie potřebná k ohřevu teplé vody:

$$t_1 = 10 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t_2 = 55 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$V_{2p} = 0,328 \text{ (m}^3 \cdot \text{den}^{-1}\text{)}$$

$$\rho = 1000 \text{ (kg} \cdot \text{m}^3\text{)}$$

$$c = 4186 \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}\text{)}$$

$$z = 0,5(-)$$

$$t_{\text{svl}} = 15 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$t_{\text{svz}} = 5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$N = 365 \text{ (dní)}$$

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{\text{TV}} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = (1 + 0,5) \cdot \frac{1000 \cdot 4186 \cdot 0,328 \cdot (55 - 10)}{3600}$$

$$Q_{\text{TV}} = 25,743 \text{ kWh}$$

Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody:

$$Q_{\text{TVR}} = Q_{\text{TU}} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{\text{TV}} \cdot \frac{t_2 - t_{\text{svl}}}{t_2 - t_{\text{svz}}} \cdot (N - d) = 25,743 \cdot 271 + 0,8 \cdot 25,743 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot (365 - 271)$$

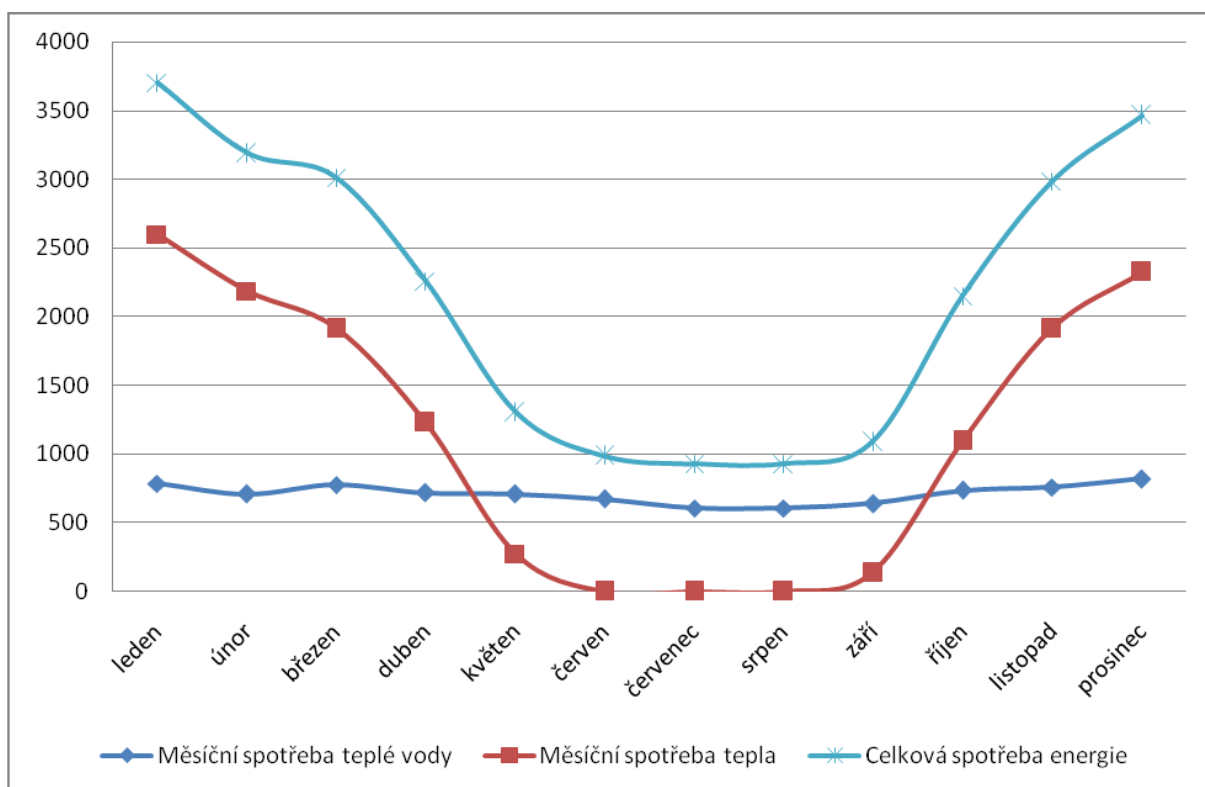
$$Q_{\text{TVR}} = 8,525 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

Celková spotřeba energie potřebná na vytápění a výrobu teplé vody:

$$Q_{\text{TVR}} = 8,525 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_{\text{VYT}} = 11,8 \text{ MW} \cdot \text{rok}^{-1}$$

$$Q_p = 8,525 + 11,8 = 20,325 \text{ MW} \cdot \text{rok}^{-1}$$



Obr. 6.11 Graf měsíční spotřeby energie

Možnosti:

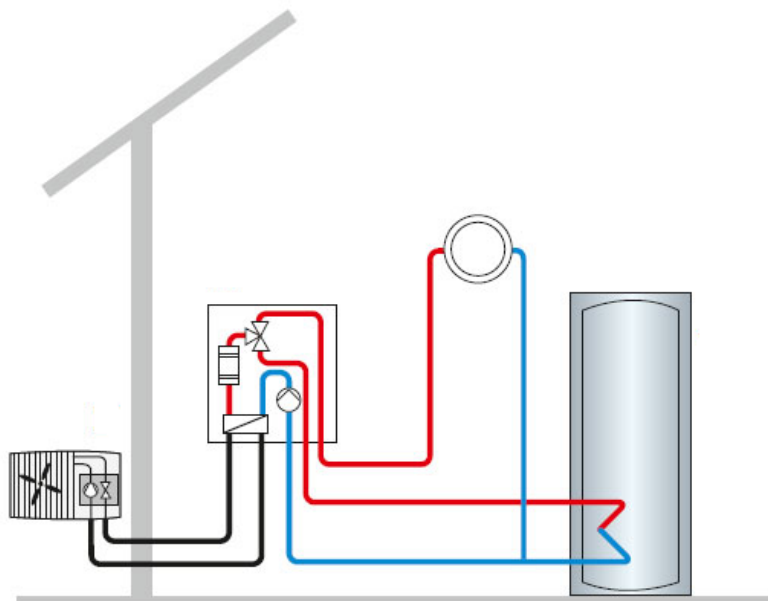
Elektrokotel Protherm RAY 14K

Modely řady RAY 14K představují elektrické závěsné kotle určené k vytápění. Může být k němu připojen deskový výměník tepla nebo kombinovaný boiler, který v případě potřeby může sloužit pro ohřev teplé vody. V tomto případě využijeme výměník tepla a akumulární nádrž stejně jako u případů s využitím tepelného čerpadla. Rozdílem těchto instalací je pouze zdroj tepla.

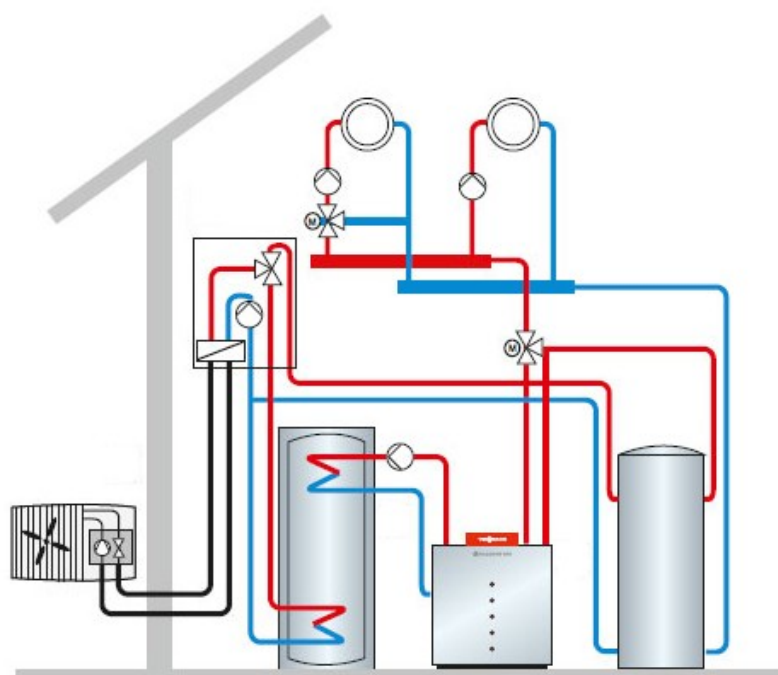
Elektrokotel je vybaven plynulou modulací výkonu a regulací, oběhovým čerpadlem, expanzní nádobou, pojistným ventilem, automatickým odvzdušňovacím ventilem a výkonovým stykačem pro ovládání kotle signálem HDO, případně spínacími hodinami. Výkon kotle se pohybuje od 2,3 - 14 kW. Cena kotle je 20000 Kč. Výhodou této varianty jsou její nízké pořizovací náklady oproti tepelným čerpadlům. Celková cena zařízení, akumulární nádrže a veškerého dalšího příslušenství se tedy pohybuje okolo 85000 Kč.

Tepelné čerpadlo Vitocal 200-S vzduch-voda

Využívá levnou energii venkovního vzduchu, je vhodnou volbou pro nové systémy znázorněné na obrázku 6.12, ale lze jej kombinovat i se stávajícími systémy, jak je patrné na obrázku 6.13, jako to je v mém případě. Topný výkon tepelného čerpadla se pohybuje v rozsahu 3 až 10,6 kW. Systém je tišší než za plného provozu díky možnosti řízení otáček ventilátoru. Ve zvoleném případě je tepelný výkon čerpadla 5,6 kW. Celková cena investice včetně instalace je 260000 Kč, dle nabídky společnosti Viessmann.



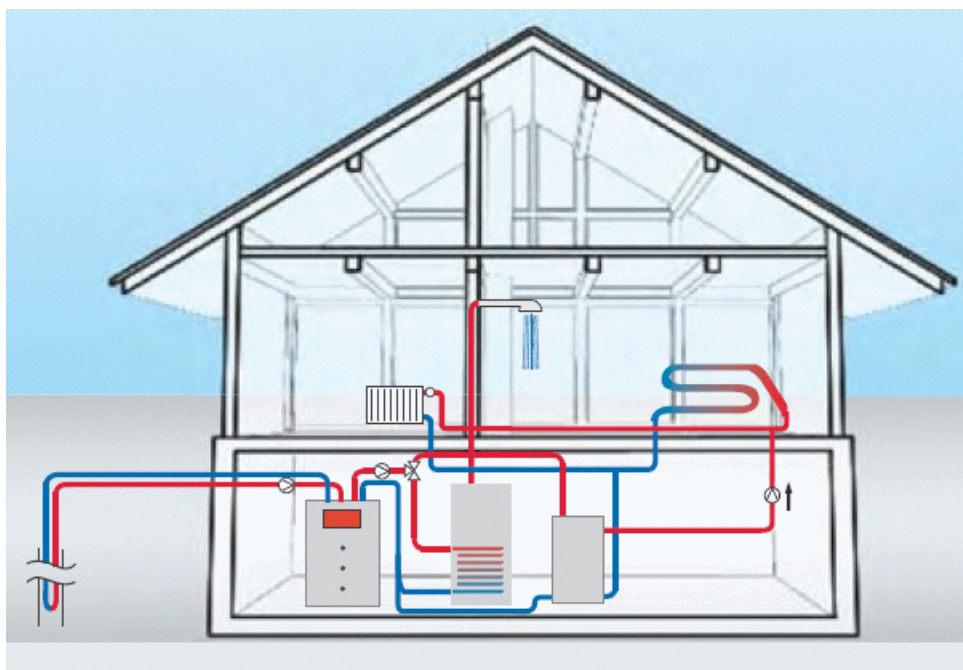
Obr 6.12 Příklad instalace v novostavbě [19]



Obr. 6.13 Příklad instalace TČ s elektrokotlem [19]

Tepelné čerpadlo Vitocal 222-G země-voda

Velkou výhodou tohoto typu čerpadla jsou jeho kompaktní rozměry a integrovaný zásobník na vodu o objemu 170 litrů. Oběhové médium je solanka. Výkon tepelného čerpadla se pohybuje od 5,7 do 10 kW tepelného výkonu, v mém případě realizace výkon čerpadla 5,9 kW. Celková cena investice včetně instalace je 290000 Kč, dle nabídky společnosti Viessmann.



Obr. 6.14 Příklad instalace tepelného čerpadla země voda [19]

7 Finanční zhodnocení

V této kapitole zhodnotím finanční náročnost a návratnost jednotlivých variant projektu. Ke každé variantě použiji oba možné výkupní programy, tedy zelený bonus a přímou dodávku elektrické energie do sítě. Návratnost spočítám pomocí teoreticky vyrobené energie FVE nebo VTE. Jak jsem již zmínil v předchozích kapitolách, hybridní systém není ukotven v zákoně, proto pouze jen jeden ze zdrojů (FVE, VTE) může dodávat elektrickou energii do sítě. V zákoně je uvedeno, že každý připojený zdroj musí mít vlastní přípojku a elektroměr, proto vždy jeden zdroj, který nebude určen pro dodávky do sítě bude přebytnou energii akumulovat v akumulární nádrži ve formě tepla, případně bude odpojen či zastaven. V tabulce 7.1 a 7.2 jsou možné hodnoty zisku z předpokládaných hodnot vyrobené elektrické energie. Jak se patrně z těchto tabulek nejvyššího ročního zisku dosahuje FVE v programu přímé dodávky do sítě.

Tab. 7.1 Tabulka možného výnosu z FVE

Program	FVE	Roční výnos	Výnos po 10 letech
	(Kč za kW·h)	(Kč)	(Kč)
Přímá dodávka do sítě	6,16	37637,6	376376
Zelený bonus	5,05	31038,8	310388

Tab. 7.2 Tabulka možného výnosu z VTE

Program	VTE	Roční výnos	Výnos po 10 letech
	(Kč za kW·h)	(Kč)	(Kč)
Přímá dodávka do sítě	2,23	25315,5	253155
Zelený bonus	1,79	20320,5	203205

Velikost ročního výnosu mi pomůže určit zisk po určitém časovém úseku, v mém případě 10 let. Za tuto dobu by se měla zaplatit alespoň výdělečná část hybridního systému. Dalším aspektem finančního zhodnocení je ušetřená suma peněz za spotřebovanou energii v domě.

7.1 Varianta 1 a)

Tato varianta má nejmenší pořizovací náklady, které jsou jen 705000 Kč. Velkou úsporou varianty je nepoužití baterií jako zálohy v případě výpadku elektrické energie. Další, celkem výraznou úsporou, je využití nabídky sestavení VTE a FVE na klíč, jež je levnější než jejich sestavení z jednotlivých komponentů. Další výraznou úsporou je pořízení méně nákladné vytápěcí jednotky a akumulární nádrže s příslušenstvím.

Tab. 7.3 Cenové hodnocení varianty 1 a)

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická elektrárna (na klíč)	1	350000
Elektro-kotel	1	20000
Akumulační nádrž a příslušenství	1	65000
Celkem:		705000

Návratnost této varianty se skládá z výkupní ceny elektrické energie z VTE nebo FVE, případně využití programu zeleného bonusu i na ušetřené energii spotřebované z distribuční sítě. V tabulce 7.1 a 7.2 jsou uvedeny výkupní ceny a možný zisk s navrhnutého systému, tyto ceny jsou dle ERÚ garantované na dobu 20 let viz. tabulky 6.3. Avšak vždy můžeme využít jen jeden zdroj. Při využití programu přímé dodávky do sítě získáme po 10 letech z FVE částku 376376 Kč nebo z VTE částku 253155 Kč, jak je uvedeno v tabulce 7.4. Je patrné, že je vhodnější využít výkup energie z FVE, jelikož částka je výrazně vyšší. Díky kombinaci s druhým zdrojem, který by měl pokrýt elektrickou spotřebu domu, která je uvedena v tabulce 6.5, tím se ročně ušetří 13000 Kč (při předpokládané ceně 3,4 Kč za 1kWh). V tabulce 6.4 je uveden roční výnos, finanční úspora za rok a možný zisk za 10 let provozu tohoto systému.

Tab. 7.4 Možné výnosy dle zdroje a zvoleného programu

	Přímí odkup	Zelený bonus	Přímí odkup	Zelený bonus
	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)
FVE	37637,6	0	0	31038,8
VTE	0	20320,5	25315,5	0
Úspora na spotřebě	13000	13000	13000	13000
Výnosu za rok	50637,6	33320,5	38315,5	44038,8
Výnos po 10 letech	506376	333205	383155	440388

Do tohoto finančního zhodnocení nejsou započítané nároky na teplo a teplou vodu, protože je možnost využití bivalentního tepelného zdroje. Dle tabulky 7.4 je patrné, že nejvyšší zisk po 10 letech má FVE s přímým odkupem elektrické energie a poté VTE s programem zelený bonus. Při ideálních podmínkách je doba návratnosti systému 14 let.

7.2 Varianta 1 b)

Tato varianta je čtvrtá nejlevnější s náklady 1114200 Kč. Velkou úsporou varianty je využití nabídky sestavení VTE na klíč, v tomto případě nelze využít sestavení FVE na klíč z důvodu volby jiného měniče s řídicí jednotkou. To se projeví navýšením ceny o 30000 Kč, další zvýšení investice má za následek použití baterií jako zálohy. Cena baterií je 379200 Kč,

jež má za následek největší navýšení investičních nákladů. Úsporou je také pořízení méně nákladné vytápěcí jednotky a akumulční nádrže s příslušenstvím. Ceny a počty kusů daného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.5.

Tab. 7.5 Cenové hodnocení varianty 1 b)

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická panely	25	300000
Řídicí jednotka	1	80000
Baterie	24	379200
Elektro-kotel	1	20000
Akumulační nádrž a příslušenství	1	65000
Celkem:		1114200

Návratnost varianty se skládá ze stejných parametrů jako v předchozím případě, avšak investice je navýšena o novou řídicí jednotku a baterie. Také vycházím z tabulky 7.4, kde jsou vypsány všechny možné varianty výnosu. V této variantě se zvyšuje doba návratnosti systému na 20 let.

7.3 Varianta 2 a)

Tato varianta je druhá nejlevnější s náklady 880000 Kč. Velkou úsporou varianty je nepoužití baterii jako zálohy v případě výpadku elektrické energie. Další celkem výraznou úsporou je využití nabídky sestavení VTE a FVE na klíč, jež je levnější než jejich sestavení z jednotlivých komponentů. V této variantě jsem volil jako zdroj tepelné energie tepelné čerpadlo na principu vzduch – voda. Cena čerpadla a veškerého jeho příslušenství včetně akumulční nádrže, zabezpečení a ovládání je 260000 Kč dle nabídky firmy Viessmann. Ceny a počty kusů daného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.6.

Tab. 7.6 Cenové hodnocení varianty 2 a)

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická elektrárna (na klíč)	1	350000
Tepelné čerpadlo	1	260000
Celkem:		880000

Návratnost investice je vyšší, protože je použito tepelné čerpadlo, které má hodnotu 260000 Kč. Také vycházím z tabulky 7.4, kde volím vždy největší zisk tedy FVE v programu přímé dodávky do sítě. V této variantě se zvyšuje doba návratnosti systému na 17 let.

7.4 Varianta 2 b)

Tato varianta je čtvrtá nejlevnější s náklady 1289200 Kč. Velkou úsporou varianty je využití nabídky sestavení VTE na klíč, v tomto případě nelze využít sestavení FVE na klíč z důvodu volby jiného měniče s řídicí jednotkou. To se projeví navýšením ceny o 30000 Kč, další navýšení investice má za následek použití baterií jako zálohy. Cena baterií je 379200 Kč, to má za následek nejvyšší navýšení investičních nákladů. V této variantě jsem volil jako zdroj tepelné energie tepelné čerpadlo na principu vzduch – voda. Cena čerpadla a veškerého jeho příslušenství včetně akumulční nádrže, zabezpečení a ovládání je 260000 Kč dle nabídky firmy Viessmann. Ceny a počty kusů daného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.7.

Tab. 7.7 Cenové hodnocení varianty 2 b

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická panely	25	300000
Řídicí jednotka	1	80000
Baterie	24	379200
Tepelné čerpadlo	1	260000
Celkem:		1289200

Návratnost investice je vyšší, protože je použito tepelné čerpadlo, které má hodnotu 260000 Kč. Také vycházím z tabulky 7.4, kde volím vždy největší zisk tedy FVE v programu přímé dodávky do sítě. V této variantě se zvyšuje doba návratnosti systému na 20 let, což má za následek špatnou návratnost investic.

7.5 Varianta 3 a)

Tato varianta je druhá nejlevnější s náklady 910000 Kč. Velkou úsporou varianty je nepoužití baterií jako zálohy v případě výpadku elektrické energie. Další celkem výraznou úsporou je využití nabídky sestavení VTE a FVE na klíč, jež je levnější než jejich sestavení z jednotlivých komponentů. V této variantě jsem volil jako zdroj tepelné energie tepelné čerpadlo na principu země – voda. Cena čerpadla a veškerého jeho příslušenství včetně akumulční nádrže, zabezpečení a ovládání je 290000 Kč dle nabídky firmy Viessmann. Ceny a počty kusů daného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.8.

Tab. 7.8 Cenové hodnocení varianty 3 a)

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická elektrárna (na klíč)	1	350000
Tepelné čerpadlo	1	290000
Celkem:		910000

Návratnost investice vyšší, protože je použito tepelné čerpadlo, které má hodnotu 290000 Kč. Také vycházím z tabulky 7.4, kde volím vždy největší zisk tedy FVE v programu přímé dodávky do sítě. V této variantě se zvedá doba návratnosti systému na 18 let.

7.6 Varianta 3 b)

Tato varianta má nejvyšší náklady, které jsou 1319200 Kč. Velkou úsporou varianty je využití nabídky sestavení VTE na klíč, v tomto případě nelze využít sestavení FVE na klíč z důvodu volby jiného měniče s řídicí jednotkou. To se projeví navýšením ceny o 30000 Kč, další zvýšení investice má za následek použití baterií jako zálohy. Cena baterií je 379200 Kč, což má za následek nejvyšší navýšení investičních nákladů. V této variantě jsem volil jako zdroj tepelné energie tepelné čerpadlo na principu země – voda. Cena čerpadla a veškerého jeho příslušenství včetně akumulční nádrže, zabezpečení a ovládání je 290000 Kč dle nabídky firmy Viessmann. Ceny a počty kusů daného materiálu jsou uvedeny v tabulce 7.9.

Tab. 7.9 Cenové hodnocení varianty 3 b)

Materiál	Kusy	Cena
Větrná elektrárna (na klíč)	1	270000
Fotovoltaická panely	25	300000
Řídicí jednotka	1	80000
Baterie	24	379200
Tepelné čerpadlo	1	290000
Celkem:		1319200

Návratnost této investice je nejvyšší, protože je použito nákladnější tepelné čerpadlo, baterie a nebyla zde využita levnější varianta FVE na klíč tyto všechny aspekty měly za následek prodloužení návratnosti. Vycházím z tabulky 7.4, kde volím vždy největší zisk tedy FVE v programu přímé dodávky do sítě, kvůli nejvyššímu výnosu avšak v této variantě se zvedá doba návratnosti systému nad 20 let což má za následek špatné návratnosti systému.

8 Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval hybridními systémy a jejich možnostmi realizace pro rodinné domy. V první kapitole jsem popsal nejznámější části, které se používají na realizaci hybridního systému. Z těchto částí jsem zvolil dvě nejčastěji používané, a to větrnou a fotovoltaickou elektrárnu. Jsou velmi dostupné a jejich cena je poměrně nízká a mají dlouhou životnost. Další možností bylo použít elektrocentrálu, která je poměrně hlučná a není tvrdý zdroj energie. Použití kogenerační jednotky se nevyplácí vzhledem k charakteristice budovy pro kterou jsem aplikaci zvolil. Jedná se o nízkoenergetický dům popsán v kapitole 4. Kogenerační jednotka se vyplatí pro domy se stálým odběrem tepla, v takových objektech je návratnost velice vysoká. Proto jsem kogenerační jednotu nevolil do své realizace hybridního systému. Další možností bylo využití solárního kolektoru, který by přeměnil tepelnou energii na elektrickou. Tato možnost je velmi nákladná a ztráty energie jsou velmi vysoké, proto jsem tuto možnost nerealizoval do hybridního systému.

V druhé kapitole jsem pracoval se dvěma základními druhy hybridních systému a to Grid-on a Grid-off, rozdíl těchto systémů je v použití zálohy, tedy akumulaci elektrické energie. Systém využívající zálohu je o poznání nákladnější, protože náklady rostou s použitím chytřejších či všestrannějších komponentů a v neposlední řadě taky samotnou akumulací. V mém případě jsem volil akumulární člen baterie z důvodu snadné údržby a dostupnosti s ostatními možnostmi akumulace jsem se stručně zmínil v třetí kapitole, kde jsou vypsány různé možnosti závislé na principu akumulace.

Ve čtvrté části jsem pracoval s některými základními pojmy týkající se vytápění. Mezi tyto pojmy patří například charakter domu nulový, nízkoenergetický, pasivní a aktivní, k nim jsem popsal stručnou charakteristiku. Dále jsem vysvětlil tepelnou pohodu a orientační teploty různých místností dle normy.

V páté kapitole jsem již řešil samotný problém hybridního systému. Nejprve jsem popsal objekt, pro který se hybridní systém sestavoval. Zvolil jsem nízkoenergetický dům kvůli jeho nenáročnosti na vytápění a snadné aplikaci hybridního systému. Další výhodou tohoto objektu byla orientace střechy na jižní stranu a velká plocha zahrady, jež umožňuje vhodně zvolit umístění VTE. Střecha se klonem 40 ° a s orientací na jižní stranu umožňuje velké využití sluneční energie. Díky těmto parametrům jsem použil do projektu VTE a FVE, v další podkapitole jsem se zabýval dobou garancí výkupních cen a možnými odkupními programy, tedy zelený bonus a přímou dodávkou do distribuční sítě. Velkou nevýhodou hybridního systému je mezera v zákoně, která hybridní systém nepovažuje jako celek, ale jako dvě rozlišné jednotky, při čem pouze jedna může být zvýhodněna, ačkoliv je možnost jak využít zvýhodnění obou zdrojů v současné legislativě.

Proto jsem v šesté kapitole uvedl všechny možnosti zvýhodnění pro oba zdroje, avšak vždy jsem počítal jen s tím zdrojem, který měl nejvyšší roční výnos. Nejvyšší roční výnos má FVE v programu přímého připojení do sítě jak si lze všimnout při porovnání tabulek 7.1 a 7.2. Při nejvyšším ročním výnosu nám klesá doba návratnosti projektu. Do ročního výnosu musíme také započítat úsporu energie, která nebyla odebrána z distribuční sítě. Úsporu jsem stanovil z roční spotřeby energie a sazby za 1 kWh ve výši 13000 Kč. Nároky na tepelnou energii jsem do návratnosti nemohl zahrnout, protože varianty tepelných zdrojů mají velmi rozličný charakter a jejich roční náklady jsou velice rozlišné z důvodu počasí, uživatelského nastavení a samotného fungování jednotek dle předpokladu by se průměrná cena tepla za rok měla pohybovat od 12000 do 20000 Kč.

Vytvořil jsem několik variant projektu, které se rozlišují vždy v několika aspektech. Prvním z těchto aspektů je použití baterii či nikoliv a druhým je druh tepelného zdroje (tepelné čerpadlo nebo elektro-kotel). Varianty obsahující baterie jsou nákladnější na počáteční investici, protože je zapotřebí použít nákladnější řídicí jednotku. Finanční náklady na varianty jsem uvedl v tabulkách 7.3, 7.5, 7.6, 7.7, 7.8 a 7.9 a je z nich patrné jak náklady vstoupají a tedy i návratnost roste. Varianta 1a) má nejnižší náklady, a tedy návratnost projektu není menší než 14 let, následují varianty 2a) 17 let a 3a) 18 let, tyto varianty neobsahují baterie tedy mají nižší pořizovací náklady. Varianty 1b), 2b) a 3b) jsou nákladnější kvůli použití baterií a řídicí jednotky. Jejich návratnost je vyšší než 20 let, což je delší doba než garance cen ERÚ, proto investice to těchto variant není tak rentabilní.

Pro konečné rozhodnutí, kterou ze zmíněných variant použít jako konečnou, nerozhoduje jejich návratnost, ale výhradně úspory, které se tímto systémem ročně získají. Proto jsem volil mezi variantami 2a) a 3a). Využitím baterií pro tento objekt je velmi nákladné a tedy nevýhodné, protože systém nebude plně, ale částečně využit. V oblasti ve které je objekt postaven nedochází k výpadkům elektrické energie.

Seznam použité literatury

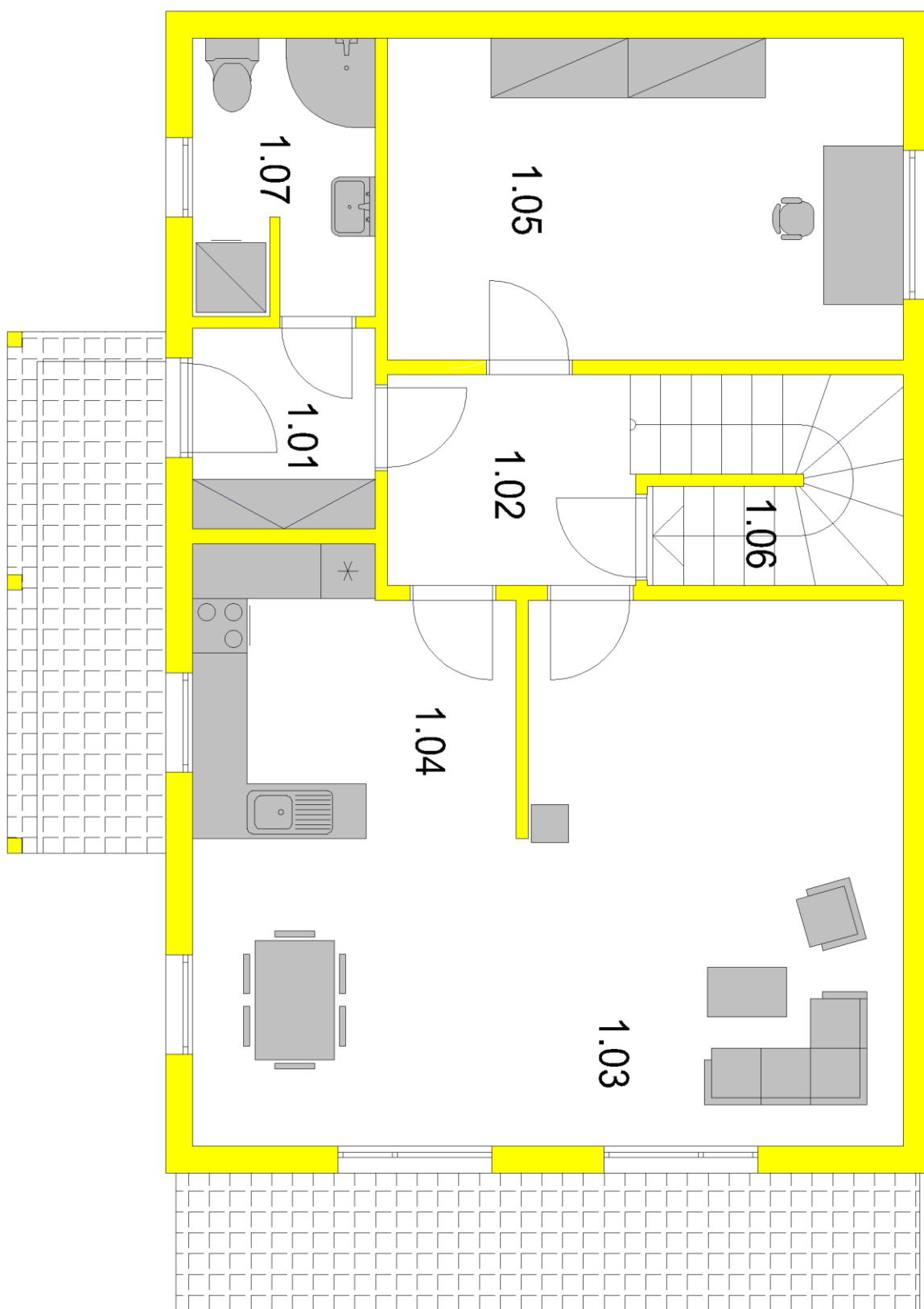
- [1] Časopis Alternativní Energie; díl 4.; ročník XIV.; 2011; Vydavatel CEMC České ekologické manažerské centrum (Praha 10); Distribuce CZ DUPRESS (Praha 4)
- [2] Solarenavi.cz. Kolektiv autorů. SOLARENVI a.s. [on-line]. 2012 [cit. 10-12.-2011]. Dostupné z WWW: <<http://www.solarenavi.cz/>>
- [3] Zákon č. 458/2000 Sb. energetický zákon. 2000
- [4] Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů. 2005
- [5] Chmu.cz. Český hydrometeorologický ústav. Rezort životního prostředí [on-line]. 2012 [cit. 14-12-2011] Dostupné z WWW: <<http://www.chmu.cz>>
- [6] Vyhláška č. 475/2005 Sb. Prováděcí vyhláška zákoně o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. 2005
- [7] Vyhláška č. 364/2007 Sb. Novela vyhlášky č. 475/2005 Ustanovení zákona o podpoře využití obnovitelných zdrojů. 2007
- [8] Vyhláška č. 51/2006 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. 2006
- [9] ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění. 2008
- [10] ČSN EN 12831. Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. 2005.
- [11] Nizkoenergetickedomy.cz. Nízkoenergetický dům [online]. 2012 [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.nizkoenergetickedomy.info/nizkonakladove-rodinne-domy-detail.php?id=bakara>>
- [12] ERU.cz. Energetický regulační úřad [online]. 2012 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.eru.cz>>
- [13] Re.jrc.ec.europa.eu. Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) [online]. 2012 [cit. 2012-01-06]. Dostupné z WWW: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>>
- [14] Solarni-system.cz. Obchod a materiály k fotovoltaikou [online]. 2012 [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.solarni-system.cz/e-shop/polykrystalicke-panely/polykrystalicky-fotovoltaicky-panel-280-wp-1956x992x50-mm>>
- [15] Solarni-vetrne-elektrarny.cz. Větrné a fotovoltaické elektrárny na klíč [online]. 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.solarni-vetrne-elektrarny.cz>>
- [16] Vrecion.plarmy.org. Umístění VTE [online]. 2012 [cit. 2012-02-08]. Dostupné z WWW: <<http://vrecion.plarmy.org:8081/cad/galerie/2003/mcad/PosekanyTomas/vetrna.htm>>

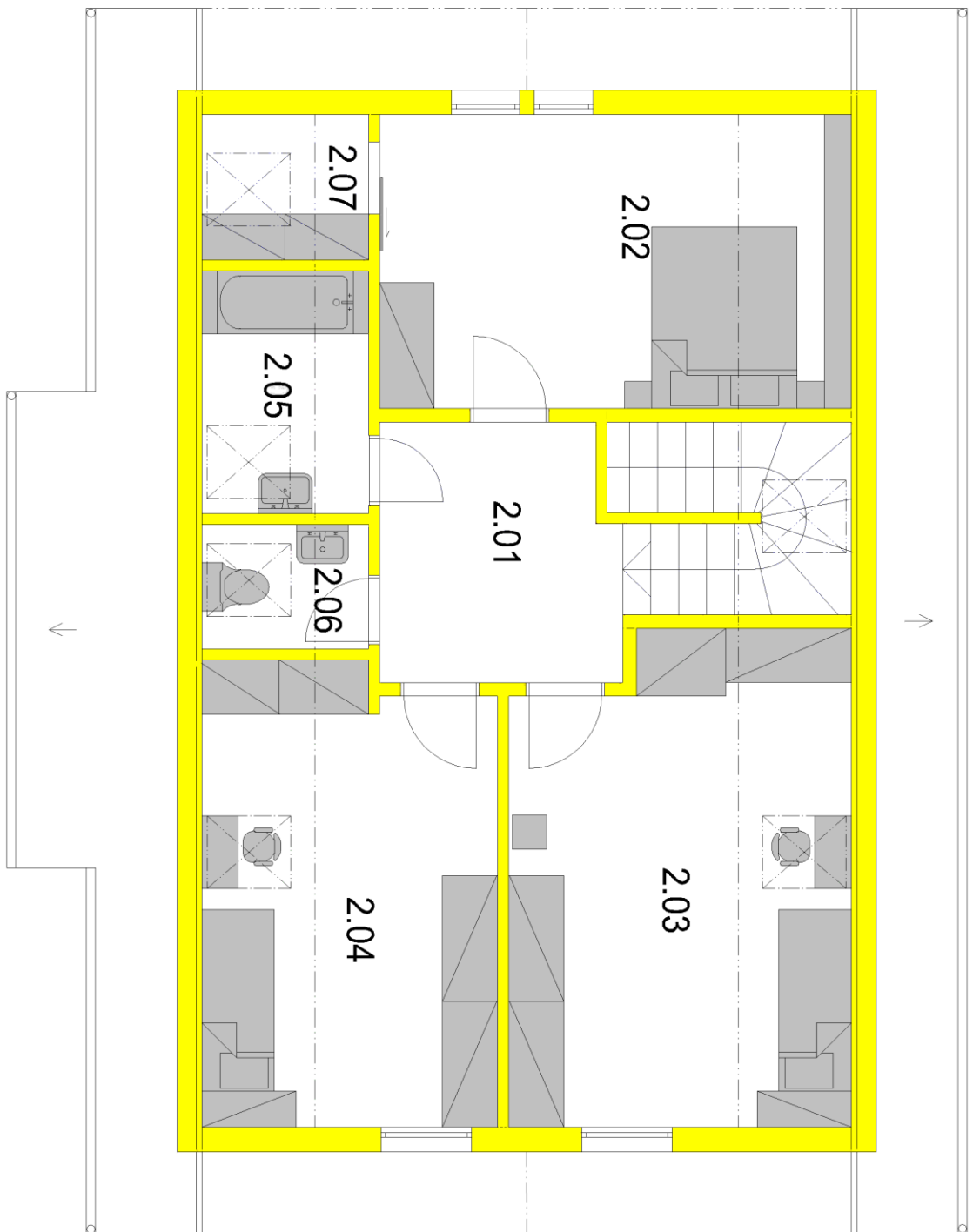
- [17] Windguru.cz. Statistika síly větru přístupno [online]. 2012 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z WWW:
<http://www.windguru.cz/cz/historie_statsw.php?ntype=n&statttype=1&odmes=1&odrok=2011&domes=12&dorok=2011&id_georegion=150&id_zeme=203&id_region=0&mis_spot=117005&search=&id_ttypspot%5B1%5D=1&id_ttypspot%5B2%5D=2&id_ttypspot%5B6%5D=6&id_ttypspot%5B4%5D=4&id_ttypspot%5B3%5D=3&id_ttypspot%5B5%5D=5&id_ttypspot%5B10%5D=10&id_ttypspot%5B7%5D=7&id_ttypspot%5B8%5D=8&id_ttypspot%5B9%5D=9&id_ttypspot%5B11%5D=11&mis_fav=0&id_spot=117005&odeslano=1&model=gfs>
- [18] Ohrej.se. Prodejce baterie [online]. 2012 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z WWW:
<<http://www.ohrej.se/baterie-exide-opzs-solar-1410-gug-eanPH340046-skupPO00000101.php>>
- [19] Viessmann.cz. Výrobce tepelné techniky [online]. 2012 [cit. 2012-02-10]. Dostupné z WWW:
<<http://www.viessmann.cz>>
- [20] Protherm.cz. Výrobce tepelné techniky [online]. 2012 [cit. 2012-02-11]. Dostupné z WWW:
<<http://www.protherm.cz/>>
- [21] SMA-czech.cz. SMA řídicí jednotka [online]. 2012 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW:
<<http://www.sma-czech.com/cs/produkty/stridace-pro-ostrovni-systemy/sunny-island-5048-5048-us.html>>
- [22] TZB-info.cz. Výpočet spotřeby tepla a teplé vody [online]. 2012 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>>
- [23] Panelovedomy.ekowatt.cz. Spotřeba teplé vody v procentech [online]. 2013 [cit. 2012-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/35-casove-rozlozeni-spotreby-teple-vody>>
- [24] TZB-info.cz. Výpočet spotřeby tepla a teplé vody [online]. 2012 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z WWW: <<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>>
- [25] Panelovedomy.ekowatt.cz. Spotřeba teplé vody v procentech [online]. 2012 [cit. 2012-03-04]. Dostupné z WWW: <<http://panelovedomy.ekowatt.cz/tepla-voda/35-casove-rozlozeni-spotreby-teple-vody>>
- [26] KAMINSKÝ, J.; VRTEK, M. Obnovitelné a alternativní zdroje energie. Ostrava, 2002
- [27] MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M.: Fotovoltaika -- 2. vydání, ISBN: 978-80-7366-133-5, Era
- [28] MIŠÁK, S., PROKOP, L.: Ostrovní napájecí systémy využívající OZE, časopis ELEKTRO 10/2011, ISSN 1210-0889

Seznam příloh

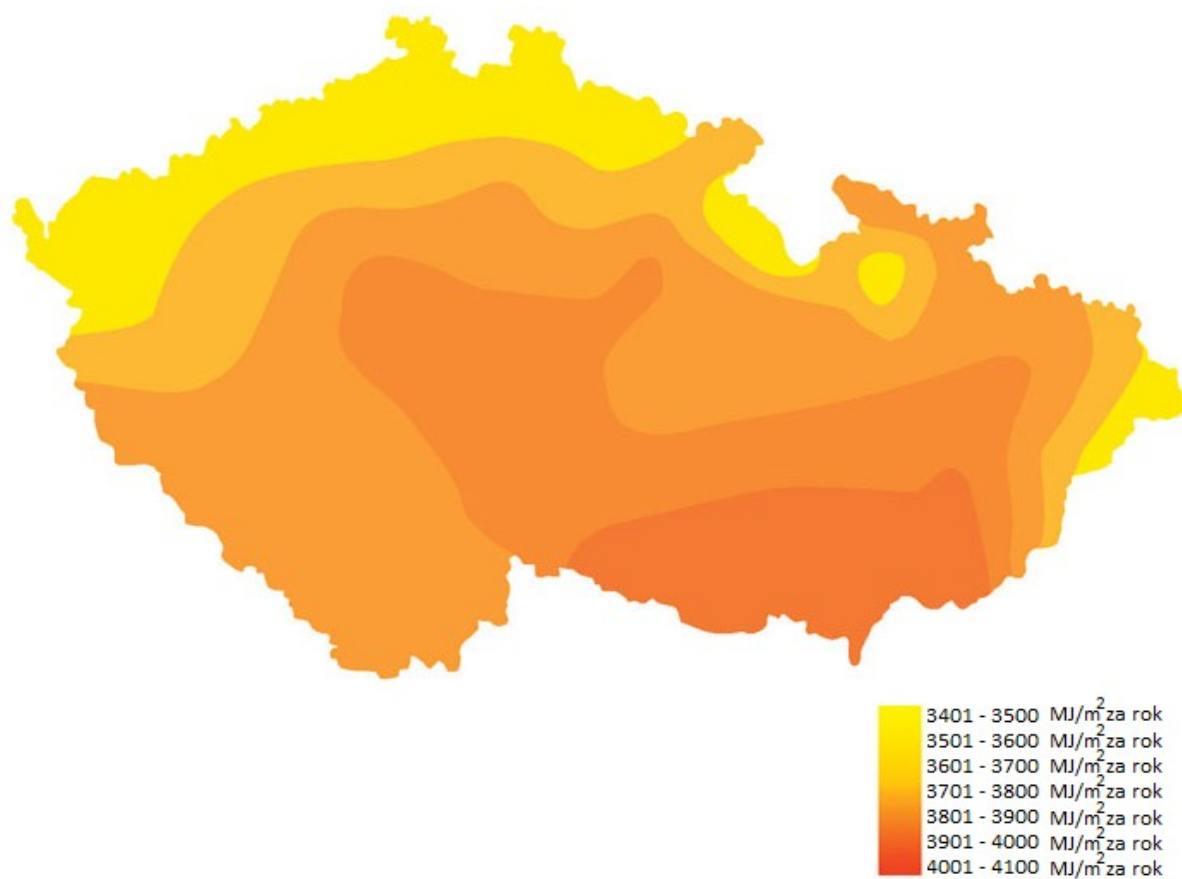
Příloha č.1	Půdorys rodinného domu
Příloha č.2	Mapa intenzity slunečního záření
Příloha č.3	Mapa intenzity síly větru
Příloha č.4	Beaufortova stupnice rychlosti větru
Příloha č.5	Elektrický příkon domu
Příloha č.6	Roční výkaz pro ERÚ

Příloha č.1 Půdorys objektu

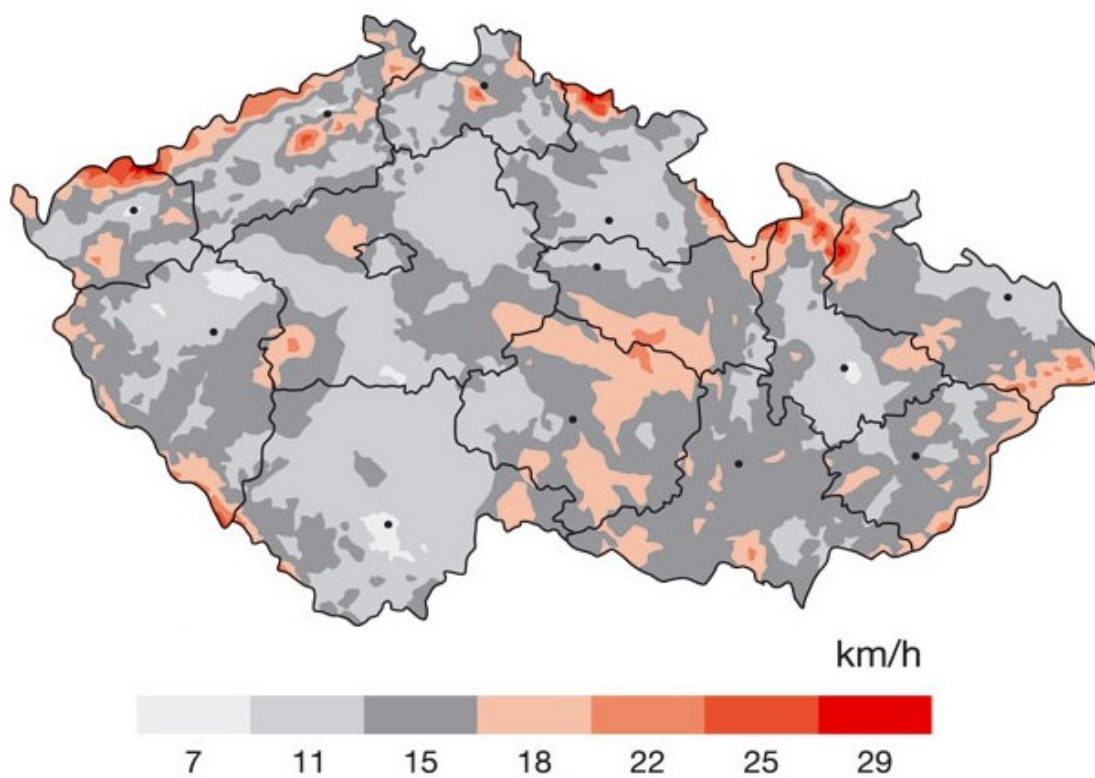




Příloha č.2 Mapa intenzity slunečního záření [5.]



Příloha č.3 Mapa intenzity síly větru [5]



Příloha č.4 Beaufortova stupnice rychlosti větru [12]

Stupeň	Rychlost větru		Tlak větru v kg/m ² odpovídající měření v 10 m	Slovní označení	Znaky na souši	Znaky na moři
	m/s	km/h				
0	0–0,2	0–1	0	bezvětří	kouř stoupá svisle vzhůru	moře je zrcadlově hladké
1	0,3–1,5	1–5	0–0,1	vánek	kouř už nestoupá úplně svisle, korouhev nereaguje	malé šupinovité zčeřené vlny bez pěnových vrcholků
2	1,6–3,3	6–11	0,2–0,6	slabý vitr	vitr je cítit ve tváři, listí šelestí, korouhev se pohybuje	malé vlny, ještě krátké, ale výraznější, se sklovitými hřebeny, které se nelámou
3	3,4–5,4	12–19	0,7–1,8	mírný vitr	listy a větvičky v pohybu, vitr napíná prapory	hřebeny vln se začínají lámat, pěna převážně skelná. Ojedinelý výskyt malých pěnových vrcholků.
4	5,5–7,9	20–28	1,9–3,9	dosti čerstvý vitr	vitr zvedá prach a papíry, pohybuje větvičkami a slabšími větlemi	vlny ještě malé, ale prodlužují se. Hojný výskyt pěnových vrcholků.
5	8,0–10,7	29–38	4,0–7,2	čerstvý vitr	hýbe listnatými keři, malé stromky se ohýbají	dosti velké a výrazně prodloužené vlny. Všude bílé pěnové vrcholy, ojedinělý výskyt vodní tříště.
6	10,8–13,8	39–49	7,3–11,9	silný vitr	pohybuje silnějšími větlemi, telegrafní dráty sviští, nesnadné je používat deštník	velké vlny. Hřebeny se lámou a zanechávají větší plochy bílé pěny. Trochu vodní tříště.
7	13,9–17,1	50–61	12,0–18,3	prudký vitr	pohybuje celými stromy, chůze proti větru obtížná	moře se bouří. Bílá pěna vzniklá lámáním hřebenů vytváří pruhy po větru.
8	17,2–20,7	62–74	18,4–26,8	bouřlivý vitr	láme větve, vzpřímená chůze proti větru je již nemožná	dosti vysoké vlnové hory s hřebeny výrazné délky od jejich okrajů se začíná odtrhávat vodní tříšť, pásy pěny po větru
9	20,8–24,4	75–88	26,9–37,3	vichřice	menší škody na stavbách	vysoké vlnové hory, husté pásy pěny po větru, moře se začíná valit, vodní tříšť snižuje dohlednost.
10	24,5–28,4	89–102	37,4–50,5	silná vichřice	na pevnině se vyskytuje zřídka, vyvrací stromy a ničí domy	velmi vysoké vlnové hory s překlápějícími a lámajícími se hřebeny, moře bílé od pěny. Těžké narázovité valení moře. Viditelnost znatelně omezena vodní tříští.
11	28,5–32,6	103–117	50,6–66,5	mohutná vichřice	rozsáhlé zpuštění plochy	mimořádně vysoké pěnové hory. Dohlednost znehodnocena vodní tříští.
12	32,7–??	118–133	66,6–??	orkán	ničivé účinky odnáší domy, pohybuje těžkými hmotami	vzduch plný pěny a vodní tříště. Moře zcela bílé. Dohlednost velmi snížena. Není výhled.

Příloha č.5 Roční výkaz pro ERÚ [12]

Energetický regulační úřad
Masarykovo náměstí 5, 586 01 Jihlava
dislokované pracoviště: Partyzánská 1/7, 170 00 Praha 7

ERÚ2 - 01

Roční výkaz

základní údaje o přenosové a distribuční soustavě ČR
poskytované regionálními PDS, ČEPS, a.s. a ostatními držiteli licence na distribuci
(k 31.12. příslušného roku)
rok :

Subjekt zašle do 15. února následujícího roku na adresu :
Energetický regulační úřad (ERÚ),
dislokované pracoviště: Partyzánská 1/ 7, 170 00 Praha 7

Název subjektu (dle licence) :

Adresa :

IČO :

--

Číslo licence :

Druh licence:

Region :

--

12 – licence na

13 – licence na

přenos elektřiny

	POLOŽKA	JEDNOTKA	ČEZ	ČEPS	RPDS	OSTATNÍ
1	Transformační výkon transformátorů 400/.. kV	[MVA]				
2	Transformační výkon transformátorů 220/.. kV	[MVA]				
3	Transformační výkon transformátorů 110 kV / vn	[MVA]				
4	Trasy venkovních vedení 400 kV	[km]				
5	Trasy kabelových vedení 400 kV	[km]				
6	Celková délka tras vedení 400 kV	[km]				
7	- z toho trasy jednoduchých vedení 400 kV	[km]				
8	- z toho trasy dvojitého vedení 400 kV	[km]				
9	- z toho trasy trojnásobných vedení 400 kV	[km]				
10	- z toho trasy čtyřnásobných vedení 400 kV	[km]				
11	Trasy venkovních vedení 220 kV	[km]				
12	Trasy kabelových vedení 220 kV	[km]				
13	Celková délka tras vedení 220 kV	[km]				
14	- z toho trasy jednoduchých vedení 220 kV	[km]				
15	- z toho trasy dvojitého vedení 220 kV	[km]				
16	- z toho trasy trojnásobných vedení 220 kV	[km]				

	POLOŽKA	JEDNOTKA	ČEZ	ČEPS	RPDS	OSTATNÍ
17	- z toho trasy čtyřnásobných vedení 220 kV	[km]				
18	Trasy venkovních vedení 110 kV	[km]				
19	Trasy kabelových vedení 110 kV	[km]				
20	Celková délka tras vedení 110 kV	[km]				
21	- z toho trasy jednoduchých vedení 110 kV	[km]				
22	- z toho trasy dvojitých vedení 110 kV	[km]				
23	- z toho trasy trojnásobných vedení 110 kV	[km]				
24	- z toho trasy čtyřnásobných vedení 110 kV	[km]				
25	Trasy venkovních vedení 35 kV	[km]				
26	Trasy kabelových vedení 35 kV	[km]				
27	Celková délka tras vedení 35 kV	[km]				
28	Trasy venkovních vedení 22 kV	[km]				
29	Trasy kabelových vedení 22 kV	[km]				
30	Celková délka tras vedení 22 kV	[km]				
31	Trasy venkovních vedení 10 kV	[km]				
32	Trasy kabelových vedení 10 kV	[km]				
33	Celková délka tras vedení 10 kV	[km]				
34	Trasy venkovních vedení 6 kV	[km]				
35	Trasy kabelových vedení 6 kV	[km]				
36	Celková délka tras vedení 6 kV	[km]				
37	Trasy venkovních vedení 5 kV	[km]				
38	Trasy kabelových vedení 5 kV	[km]				
39	Celková délka tras vedení 5 kV	[km]				
40	Trasy venkovních vedení 4 kV	[km]				
41	Trasy kabelových vedení 4 kV	[km]				
42	Celková délka tras vedení 4 kV	[km]				
43	Trasy venkovních vedení 3 kV	[km]				
44	Trasy kabelových vedení 3 kV	[km]				
45	Celková délka tras vedení 3 kV	[km]				
46	Trasy venkovních vedení 1 kV	[km]				
47	Trasy kabelových vedení 1 kV	[km]				
48	Celková délka tras vedení 1 kV	[km]				
49	Trasy venkovních vedení 0,5 kV	[km]				
50	Trasy kabelových vedení 0,5 kV	[km]				
51	Celková délka tras vedení 0,5 kV	[km]				
52	Trasy venkovních vedení 0,4 kV	[km]				
53	Trasy kabelových vedení 0,4 kV	[km]				
54	Celková délka tras vedení 0,4 kV	[km]				
55	Počet transformátorů 400/220 kV	[ks]				
56	Počet transformátorů 400/110 kV	[ks]				
57	Počet transformátorů 220/110 kV	[ks]				
58	Počet transformátorů 110 kV / vn, které jsou provozovány v DS	[ks]				

Výkaz se týká skutečnosti.

- Veškeré údaje (včetně tras vedení a kabeláže) jsou udávána v celých číslech.
- Elektronická forma výkazu (součást SW, který obdrží každý respondent zdarma) obsahuje definice jednotlivých položek.

Držitel licence:

Telefon:

Fax:

E-mail:

Adresa :

Datum :

Vyhotovil a zodpovídá :

Podpis :

Razítko :